



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Πτυχιακή διατριβή

Θέμα: “Επίδραση της μορφής αζωτούχου λίπανσης και του ζεόλιθου στην απόδοση και ποιότητα δύο γονότυπων κρεμμυδιού”



Καρακασίδης Ιωάννης

A.M:1305

Επιβλέπων: Σπυρίδων Πετρόπουλος

Βόλος, Οκτώβριος 2016

Εξεταστική Επιτροπή

Πετρόπουλος Σπυρίδων

Αντωνιάδης Βασίλειος

Δαναλάτος Νικόλαος

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Πετρόπουλο Σπυρίδων για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση αυτής της διπλωματικής, για τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε ώστε να ολοκληρωθεί η εργασία και, κυρίως, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ελπίζω πως το πτυχίο δε θα αποτελεί μακρινό όνειρο.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο καθηγητή, κ. Αντωνιάδη Βασίλειο και τον Καθηγητή, κ. Δαναλάτο Νικόλαο για την πολύτιμη βοήθειά τους ως συμβουλευτική επιτροπή.

Ευχαριστούμε τον κ. Δαναλάτο, εγώ προσωπικά και η οικογένειά μου, που παρά το βαρύ του πρόγραμμα και την ευθύνη της θέσης του στάθηκε στο πρόβλημά μου μέχρι να βρεθεί μια λύση.

Ευχαριστώ πολύ την κυρία Αθηνά Τόλια, γραμματέα του τμήματος μας για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και καθοδήγησή της!

Το πιο μεγάλο ευχαριστώ το αφιερώνω δικαιωματικά στους γονείς μου και την αδερφή μου. Θα ήθελα να τους ευχαριστήσω για τη δυνατότητα που μου έδωσαν να ασχοληθώ με την αναζήτηση της γνώσης σε δύσκολες οικονομικά συγκυρίες και για την ψυχολογική, ηθική και συναισθηματική συμπαράστασή τους.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	6
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1 Ιστορικό – Καταγωγή του κρεμμυδιού.....	10
1.2 Εξάπλωση της καλλιέργειας του κρεμμυδιού	12
1.2.1 Εξάπλωση της καλλιέργειας του κρεμμυδιού παγκοσμίως.....	12
1.2.2 Εξάπλωση της καλλιέργειας του κρεμμυδιού στην Ευρώπη.....	13
1.2.3 Εξάπλωση της καλλιέργειας του κρεμμυδιού στην Ελλάδα	14
1.3 Θρεπτική αξία.....	16
1.4 Βοτανική ταξινόμηση του <i>Allium cepa</i>	17
1.5 Βοτανική περιγραφή.....	18
1.6 Τύποι –ποικιλίες κρεμμυδιού	22
1.7 Απαιτήσεις καλλιέργειας κρεμμυδιού	25
1.7.1 Έδαφος	25
1.7.2 Κλίμα.....	25
1.7.3 Λίπανση.....	26
1.7.4 Άρδευση	27
1.8 Σπορά.....	28
1.9 Έλεγχος ζιζανίων.....	28
1.10 Συγκομιδή και αποθήκευση.....	29
1.11 Η χρήση αζωτούχου λίπανσης στις καλλιέργειες.....	30
1.12 Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια του κρεμμυδιού	31
1.13 Ζεόλιθος	33
1.13.1 Ορισμός	33
1.13.2 Ο ζεόλιθος στη γεωργία	34
1.14 Επίδραση του ζεόλιθου στην αζωτούχο λίπανση.....	36
1.15 Σκοπός της εργασίας	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	39
2.1 Πειραματικός Σχεδιασμός Αγρού	39
2.2 Διαδικασία μετρήσεων στο εργαστήριο	40

2.2.1 Μετρήσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών των φυτών	40
2.2.2 Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο για τη μέτρηση των θρεπτικών στοιχείων στους βολβούς.....	42
2.3.1 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών των φυτών	43
2.3.2 Μέθοδοι ανάλυσης των φυτικών δειγμάτων	44
2.7 Στατιστική ανάλυση	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	46
3.1 Ποσοτικά χαρακτηριστικά βολβών ποικιλίας Sturon.....	46
3.2 Ποσοτικά χαρακτηριστικά βολβών ποικιλίας Βατικιώτικο.....	63
3.3 Σύγκριση της απόδοσης των δύο ποικιλιών Sturon και Βατικιώτικο.....	81
3.4 Συνεκτικότητα και ολικά διαλυτά σάκχαρα των δύο ποικιλιών Sturon και Βατικιώτικο ..	84
3.5 Ανόργανα θρεπτικά συστατικά στις δύο ποικιλίες κρεμμυδιού	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	89
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	94
Ξένη Βιβλιογραφία.....	94
Ιστοσελίδες.....	98

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα εξωφύλλου: Βατικιώτικο κρεμμύδι.

Εικόνα 1: Παραγόμενες ποσότητες κρεμμυδιού ανά χώρα για το διάστημα 1961-2014.

Εικόνα 2: Απεικόνιση γραφήματος για την παραγωγή κρεμμυδιού ανά ήπειρο.

Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση του βολβού (αριστερά) και της τομής κατά μήκος του βολβού (δεξιά).

Εικόνα 4: Σχηματική αναπαράσταση του *Allium cepa* (αριστερά). Σχηματική αναπαράσταση της ταξιανθίας του (δεξιά πάνω). Σχηματική αναπαράσταση του άνθους (δεξιά κάτω).

Εικόνα 5: Άνθη κρεμμυδιού καλυμμένα από τη σπάθη.

Εικόνα 6: Σπόροι του *Allium cepa*.

Εικόνα 7: Βολβοί βατικιώτικου κρεμμυδιού: στις δυο άκρες το ελκιδώτικο (αριστερά)- σβούρα (δεξιά) και στη μέση η πλαδένα.

Εικόνα 8: Βολβοί κρεμμυδιού της ποικιλία Sturon.

Εικόνα 9: Δομή του ζεόλιθου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Οι 5 κορυφαίες χώρες στην παραγωγή κρεμμυδιού

Πίνακας 2: Οι κορυφαίες ευρωπαϊκές χώρες στην παραγωγή κρεμμυδιού

Πίνακας 3: Εξέλιξη της καλλιέργειας των ξερών κρεμμυδιών στην Ελλάδα την περίοδο 1961-2010.

Πίνακας 4: Παραγωγή ξερών κρεμμυδιών στην Ελλάδα την περίοδο 2009-2013

Πίνακας 5: Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή ξηρών κρεμμυδιών στους κυριότερους νομούς παραγωγής της Ελλάδας για το 2008.

Πίνακας 6: Θρεπτική σύσταση ξερού κρεμμυδιού (βολβού)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το κρεμμύδι αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή λαχανικά στην Ελλάδα και σε ολόκληρο τον κόσμο. Η εκτεταμένη χρήση του απαιτεί τη βελτίωση της απόδοσης καλλιέργειας του, η οποία είναι πιθανή μέσω της υιοθέτησης ποικιλιών υψηλής απόδοσης και της συνετής εφαρμογής της κατάλληλης μορφής λίπανσης. Στην παρούσα μελέτη παρουσιάζεται η επίδραση μορφών λίπανσης στην απόδοση και την ποιότητα δύο γονότυπων του κρεμμυδιού, Sturon και Βατικιώτικο. Μετά από καλλιέργεια του φυτού μετρήθηκαν τα ποσοτικά χαρακτηριστικά του. Η μελέτη αυτή αφορά στη μελέτη της επίδρασης τεσσάρων διαφορετικών μεταχειρίσεων λίπανσης και συγκεκριμένα: 1) μάρτυρας, 2) ζεόλιθος, 3) συμβατικό λίπασμα, 4) λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης και 5) κοπριά. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Στα πλαίσια της μελέτης αυτής παραθέτονται γενικές πληροφορίες για το κρεμμύδι, γίνεται πλήρης περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας τόσο στο αγρόκτημα όσο και στο εργαστήριο και γίνεται στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων και των δεδομένων που καταγράφηκαν. Στο πείραμα που διεξήχθη παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των φυτών. Ειδικότερα, το λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης και το συμβατικό λίπασμα είχαν τη θετικότερη επίδραση στην ποσοτική απόδοση της ποικιλίας Sturon και Βατικιώτικο, αντίστοιχα.

ABSTRACT

Allium cepa, the common onion is one of the most popular vegetables in Greece and around the world. Its widespread use necessitates an improvement of cultivation yield, which is possible through adoption of high yielding varieties and rational application of fertilizer. The present study shows the effect of fertilization on the quality and yield of two varieties of *Allium cepa*, Sturon and Vatikiotiko. After the cultivation of onion plants quantitative characteristics were measured. The present study examines the effect of five different fertilizers treatments on plants and more specifically: 1) control (no fertilizer added), 2) zeolite 3) conventional fertilizer, 4) slow release fertilizer and 5) farm yard manure. The experiments were conducted at the experimental farm of the Agricultural University of Thessaly in Velesino. As part of this study general information about the onion crop are given, a full description of the experimental procedure is presented, both in the farm and in the laboratory, and the statistical analysis of the results and the data recorded throughout the experiment was carried out. In the experiment conducted statistically significant differences in the qualitative and quantitative features of plants were observed. In particular, fertilization with slow release fertilizer and conventional fertilizer had the most positive impact on the quantitative growth of the varieties Sturon and Vatikiotiko, respectively.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορικό – Καταγωγή του κρεμμυδιού

Τα κρεμμύδια αποτελούν μία από τις πιο παλιές καλλιέργειες λαχανικών, με καταγωγή από την Κεντρική Ασία από όπου εξαπλώθηκαν σε ολόκληρο τον κόσμο μέσω του εμπορίου. Οι σύγχρονοι βοτανολόγοι αλλά και οι αρχαιολόγοι-ιστορικοί δεν μπορούν να προσδιορίσουν με ακρίβεια το χρόνο και την τοποθεσία της πρώτης καλλιέργειας. Αυτή η αδυναμία του ακριβούς προσδιορισμού οφείλεται στο γεγονός ότι το κρεμμύδι ως φυτό και τελικό προϊόν είναι φθαρτό και η καλλιέργειά του αφήνει ελάχιστα έως και καθόλου ίχνη. Ωστόσο, γραπτές αναφορές καθορίζουν τον ευρύτερο τόπο καταγωγής του.

Επικρατούν δύο απόψεις για τον τόπο καταγωγής του κρεμμυδιού, και οι δύο συγκλίνουν στην Ασία όπου καλλιεργήθηκε 5.500 χρόνια πριν. Ορισμένοι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η πρώτη καλλιέργεια πραγματοποιήθηκε στην Κεντρική Ασία. Στον αντίλογο βρίσκονται όσοι θεωρούν τη Μέση Ανατολή ως τόπο πρώτης καλλιέργειας του κρεμμυδιού από το Βαβυλωνιακό πολιτισμό στις περιοχές του σημερινού Ιράν και Δυτικού Πακιστάν. Οι εκτιμήσεις αυτές βασίζονται σε αρχαία κατάλοιπα καλλιεργειών που διασώθηκαν στο πέρασμα των χρόνων. Πολλοί πιστεύουν ότι οι οργανωμένες καλλιέργειες ξεκίνησαν έως και χιλιάδες χρόνια πριν την εμφάνιση εξελιγμένων εργαλείων. Κρεμμύδια καλλιεργήθηκαν, επίσης στην Αρχαία Αίγυπτο 5500 χρόνια πριν, ενώ υπάρχουν αναφορές για καλλιέργεια του φυτού στην Κίνα και την Ινδία 5000 χρόνια πριν, ενώ και οι Σουμέριοι τα καλλιεργούσαν 4000 χρόνια πριν (Estes, 2000).

Η οργανωμένη καλλιέργεια του τοποθετείται στα 3500 π.Χ. Η ανάπτυξη του κρεμμυδιού ήταν δυνατή σε οποιοδήποτε είδος εδάφους και οικοσυστήματος, ήταν εύκολη η αποθήκευσή του, μπορούσε να παραμείνει ξηρό και να διατηρηθεί κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Οι Αιγύπτιοι, οι Βαβυλώνιοι, οι αρχαίοι Κινέζοι και Ινδοί εκμεταλλεύτηκαν την ιδιότητα του φυτού να διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα, αποτελώντας κύρια πηγή ενέργειας αυτών των λαών, σε περιόδους που οι υπόλοιπες ευπαθείς τροφές ήταν λιγοστές. Οι ίδιοι αυτοί λαοί ανακάλυψαν και τις φαρμακευτικές, ευεργετικές ιδιότητες του κρεμμυδιού.

Λόγω όλων αυτών των ιδιοτήτων του, το συγκεκριμένο λαχανικό χρησιμοποιήθηκε σύντομα σε θρησκευτικές τελετές πολλών αρχαίων πολιτισμών. Η

παρουσία του είναι πιο εκτεταμένη στην Αίγυπτο, όπου αποτελούσε σύμβολο της αιωνιότητας και το χρησιμοποιούσαν στις νεκρώσιμες τελετές, ιδιαίτερα σε αυτές των Φαραώ. Οι Αιγύπτιοι ζωγράφιζαν κρεμμύδια στους τοίχους των πυραμίδων και των τύμβων. Επιπλέον, τα κρεμμύδια ήταν σημαντικό μέρος της διάσημης διαδικασίας της μουμιοποίησης. Τέλος, τα κρεμμύδια εκτός της καθημερινής διατροφής αποτελούσαν αναπόσπαστο κομμάτι και των επίσημων και εορταστικών γευμάτων καθώς και των προσφορών στους αιγύπτιους θεούς (Platt, 2003).

Ωστόσο, υπήρξε και ένα ποσοστό ομάδων με αποστροφή προς το κρεμμύδι, όπως οι Βραχμάνοι και οι Βουδιστές. Τα κρεμμύδια για αυτούς ήταν απαγορευμένα λαχανικά εξαιτίας της δυνατής οσμής και της διεγερτικής δράσης (Jones and Matt, 1963).

Οι γραπτές αναφορές σχετικά με το λαχανικό αυξήθηκαν σημαντικά την 1^η χιλιετία π.Χ. και τους πρώτους αιώνες μ.Χ. Στη Βίβλο αναφέρθηκε πολλές φορές από τους Ισραηλίτες. Στα ιατρικά εγχειρίδια της Ινδίας καθιερώθηκε ως μία από τις πιο σημαντικές θεραπείες για παθήσεις όπως της καρδιάς, παθήσεις των συνδέσμων και την αντιμετώπιση πεπτικών προβλημάτων. Στην αρχαία Ελλάδα, το κρεμμύδι ήρθε τον 4^ο αιώνα π.Χ. από το Μέγα Αλέξανδρο. Χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό από γιατρούς αλλά, επίσης, από στρατιώτες και αθλητές καθώς πίστευαν ότι τα κρεμμύδια τους έδιναν δύναμη προερχόμενη από τους θεούς. Χαρακτηριστικές είναι οι αναφορές του Ιπποκράτη τον 4^ο αιώνα π. Χ. Το κρεμμύδι ανακαλύφτηκε και στο παλάτι της Κνωσού στην Κρήτη (Estes, 2000).

Μεγάλες ποσότητες κατανάλωναν και οι Ρωμαίοι, ενώ το μετέφεραν και όπου πήγαιναν κατά τη διάρκεια της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, από την Ιταλία έως την Ισπανία, στα Βαλκάνια, στο μεγαλύτερο μέρος της Κεντρικής Ευρώπης και στην Αγγλία. Οι ανασκαφές στην Πομπηία αποκάλυψαν στους επιστήμονες το περίπλοκο δίκτυο παραγωγής κρεμμυδιού όπως αυτό είχε προγενέστερα περιγραφεί στα συγγράμματα πολλών Ρωμαίων ιστορικών.

Μετά την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, η Ευρώπη πέρασε στο Σκοταδισμό και το Μεσαίωνα, όπου οι κύριες πηγές τροφής για όλο τον πληθυσμό ήταν τα φασόλια, το λάχανο, και τα κρεμμύδια. Όλη αυτή την περίοδο, το κρεμμύδι χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό και ως τρόφιμο και ως φάρμακο, ενώ πολλές φορές ήταν πιο πολύτιμο και από τα χρήματα. Κατά την Αναγέννηση και στην εποχή των μεγάλων γεωγραφικών ανακαλύψεων όπου άνοιξαν νέοι εμπορικοί δρόμοι, τα

κρεμμύδια εξαπλώθηκαν σε όλες τις γωνιές του κόσμου, επιτρέποντας στους Ευρωπαίους άποικους και ιθαγενείς των νέων ηπείρων να καλλιεργούν αυτό το μοναδικό λαχανικό σε κάθε τύπο εδάφους. Σύμφωνα με ορισμένες αναφορές, το κρεμμύδι ήταν το πρώτο λαχανικό που φυτεύτηκε από το πλήρωμα του Χριστόφορου Κολόμβου στην Αμερική. Στις σημερινές Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, το κρεμμύδι καλλιεργήθηκε το 1629.

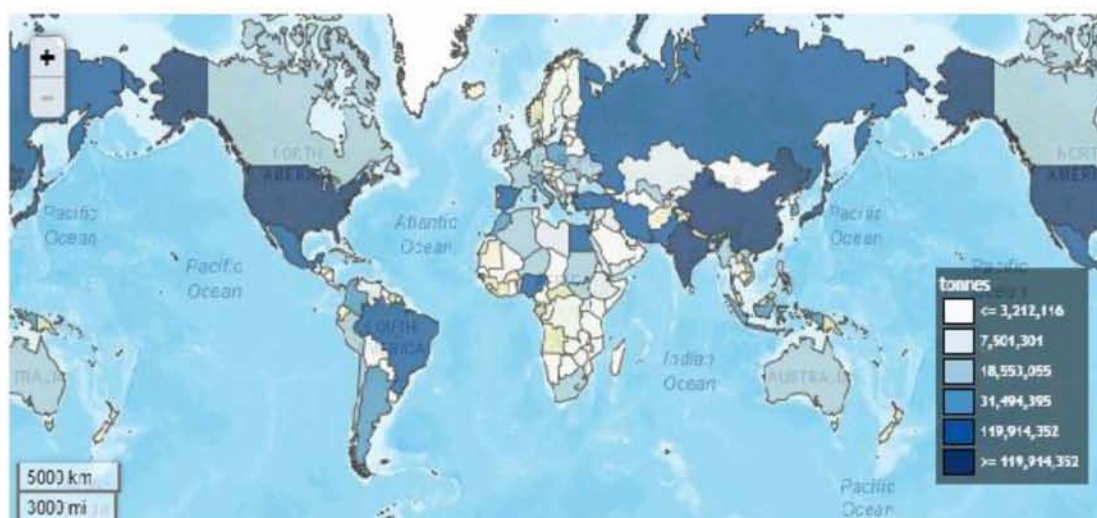
Τα κρεμμύδια στις αρχές του 16^{ου} αιώνα χορηγούνταν από τους γιατρούς για την αντιμετώπιση της στειρότητας των γυναικών.

Τέλος, ιστοί από κρεμμύδια χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική διαδικασία για την εκμάθηση της χρήσης του μικροσκοπίου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι διαθέτουν ιδιαίτερα μεγάλα κύτταρα, τα οποία είναι διακριτά ακόμη και σε μικρές μεγεθύνσεις.

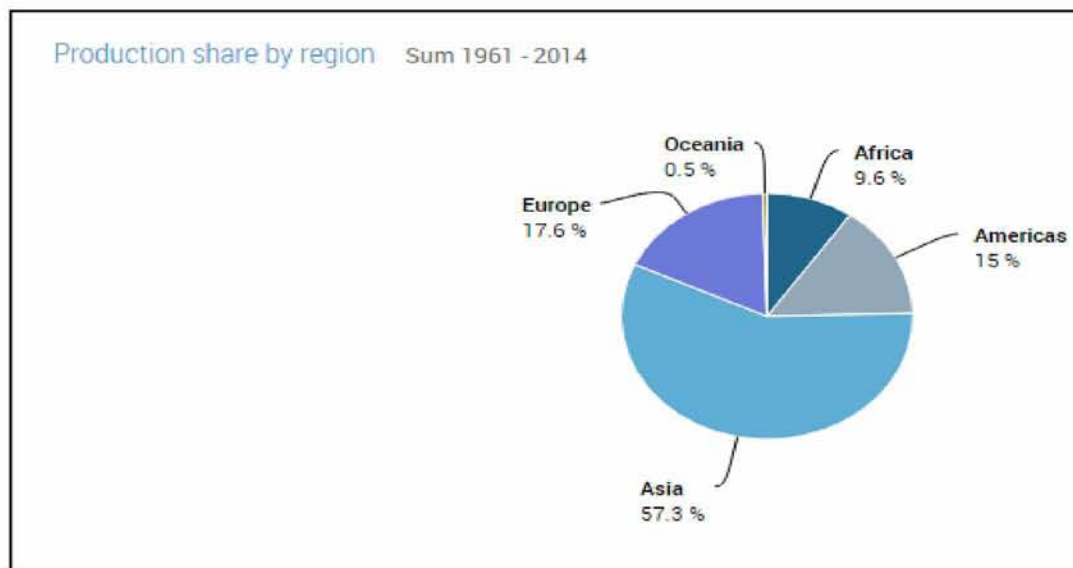
1.2 Εξάπλωση της καλλιέργειας του κρεμμυδιού

1.2.1 Εξάπλωση της καλλιέργειας του κρεμμυδιού παγκοσμίως

Το κρεμμύδι καλλιεργείται σε πολλές χώρες και σε μεγάλες εκτάσεις (Εικόνα 1). Σύμφωνα με το Τμήμα Στατιστικών του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών, για το διάστημα 1961-2014, η Ασία παρήγαγε το 57.3% της παγκόσμιας παραγωγής, η Αμερική το 15%, η Ευρώπη το 17.6% και οι υπόλοιπες περιοχές το 10.1% (Εικόνα 2).



Εικόνα 1: Παραγόμενες ποσότητες κρεμμυδιού ανά χώρα για το διάστημα 1961-2014. (Πηγή: FAOSTAT)



Εικόνα 2: Απεικόνιση γραφήματος για την παραγωγή κρεμμυδιού ανά ήπειρο. (Πηγή: FAOSTAT)

Για την ίδια περίοδο, δηλαδή 1961-2014, οι πέντε χώρες που παράγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες κρεμμυδιού είναι η Κίνα, η Ινδία, οι Η.Π.Α., η Τουρκία και η Ιαπωνία. Οι παραγόμενες ποσότητες σε τόνους αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Οι 5 κορυφαίες χώρες στην παραγωγή κρεμμυδιού.

Χώρα	Παραγωγή σε τόνους
Κίνα	456.265.000
Ινδία	258.091.490
Η.Π.Α.	119.914.352
Τουρκία	70.743.616
Ιαπωνία	60.013.396

(Πηγή: FAOSTAT)

1.2.2 Εξάπλωση της καλλιέργειας του κρεμμυδιού στην Ευρώπη

Την πιο υψηλή παραγωγή κρεμμυδιών στην Ευρώπη, από το 1961 έως το 2014, σύμφωνα με το Τμήμα Στατιστικών του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών έχει η Ισπανία. Ακολουθούν η Ολλανδία, η Πολωνία, η Ιταλία, η Ρουμανία, η Ουκρανία, η Γαλλία και η Γερμανία, με παραγωγή άνω των 10.000.000 τόνων (Πίνακας 2). Η διακίνηση του κρεμμυδιού στην Ευρώπη γίνεται κυρίως μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών αλλά και μεταξύ Ευρώπης και Μέσης Ανατολής.

Δεν είναι παράξενο το γεγονός ότι μία χώρα εμφανίζεται να εξάγει και να εισάγει ταυτόχρονα κρεμμύδια λόγω διαφορετικής περιόδου συγκομιδής και έλλειψης διαθεσιμότητας του προϊόντος στη διάρκεια του χρόνου.

Πίνακας 2: Οι κορυφαίες ευρωπαϊκές χώρες στην παραγωγή κρεμμυδιού.

Χώρες	Παραγωγή σε τόνους
Ισπανία	52.961.227
Ολλανδία	32.036.853
Πολωνία	26.733.218
Ιταλία	23.495.257
Ρουμανία	16.570.524
Ουκρανία	15.590.473
Γαλλία	12.263.178
Γερμανία	10.882.180

Πηγή: FAOSTAT

1.2.3 Εξάπλωση της καλλιέργειας του κρεμμυδιού στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, το κρεμμύδι καλλιεργείται σε όλες σχεδόν τις περιοχές. Υπάρχουν όμως σημαντικές διαφοροποιήσεις, όσον αφορά τις καλλιεργούμενες εκτάσεις και τις στρεμματικές αποδόσεις. Το 1961 καλλιεργήθηκαν 109.061 στρέμματα για παραγωγή ξηρών κρεμμυδιών ενώ το 2010 ο αριθμός των καλλιεργούμενων εκτάσεων άγγιξε μόλις τα 48000 στρέμματα (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Εξέλιξη της καλλιέργειας των ξηρών κρεμμυδιών στην Ελλάδα την περίοδο 1961-2010.

Έτος	Έκταση (στρέμματα)	Στρεμματική απόδοση (κιλά/ στρέμμα)
1961	109.061	1177
1971	98.058	1323
1981	91.060	1470
1991	75.300	2037

2001	65.525	2640
2010	48.000	3521

Πηγή: στατιστική υπηρεσία Υ.Α.Τ.Τ.(<http://www.minagric.gr>)

Σύμφωνα με την Ειδική Ενημερωτική έκδοση (έτος 2015) της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής, η παραγωγή ξερών κρεμμυδιών για τα έτη 2009-2013 παρουσίασε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Πίνακας 4: Παραγωγή ξερών κρεμμυδιών στην Ελλάδα την περίοδο 2009-2013.

Έτος	Παραγωγή σε τόνους
2009	189.000
2010	196.000
2011	196.000
2012	192.000
2013	191.000

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ 2015

Η πιο σημαντική περιοχή καλλιέργειας και παραγωγής είναι ο νομός Βοιωτίας, στον οποίο καλλιεργείται το 30% της συνολικής έκτασης και παράγεται το 63% της ολικής ποσότητας κρεμμυδιών. Ακολουθούν οι νομοί Λακωνίας, Ηλείας, Αιτωλοακαρνανίας, Κυκλάδων, Εύβοιας, Ηρακλείου και Αχαΐας (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή ξηρών κρεμμυδιών στους κυριότερους νομούς παραγωγής της Ελλάδας για το 2008.

Περιοχή	Έκταση		Παραγωγή	
	Έκταση (στρέμματα)	% επί του συνόλου	Παραγωγή (τόνοι)	% επί του συνόλου
Βοιωτία	21.206	30,3	119.379	62,8
Λακωνία	4.422	6,3	15.414	8,1
Ηλεία	2.692	3,8	3.059	1,6
Αιτωλοακαρνανία	2.530	3,6	1.269	0,7

Κυκλάδες	1.988	2,8	2.252	1,2
Εύβοια	2.275	3,3	2.399	1,3
Ηράκλειο	2.238	3,2	3.911	2,1
Αχαΐα	2.039	2,9	1.638	0,9
Σύνολο χώρας	69.973	100	190.225	100

Πηγή: Χα και Πετρόπουλος, 2012.

1.3 Θρεπτική αξία

Η θρεπτική αξία των βολβών και των νωπών φύλλων του κρεμμυδιού κυμαίνεται ανάλογα με την ποικιλία, τις συνθήκες καλλιέργειας και το κλίμα. 100 g ξερού κρεμμυδιού περιέχουν 38 θερμίδες, ενώ 100 g από το βολβό του χλωρού κρεμμυδιού έχουν 21 θερμίδες και 100 g πράσινων φύλλων 19 θερμίδες. Το κρεμμύδι είναι πλούσιο σε βιταμίνη Α, Β6 και βιταμίνη C και περιέχει ασβέστιο, μαγγάνιο, φώσφορο και κάλιο. Οι τιμές σε νάτριο, χοληστερόλη και λίπη είναι μηδενικές. Τα θρεπτικά τους συστατικά δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί (ποσότητες ανά 100 γραμμάρια).

Πίνακας 6: Θρεπτική σύσταση ξερού κρεμμυδιού (βολβού).

Συστατικά	Τιμές (ανά 100 g)
Υδατάνθρακες	9.34
Σάκχαρα	4.24
Φυτικές ίνες	1.70
Λίπος	0.10
Πρωτεΐνες	1.10
Νερό	89.11

Πηγή: USDA Nutrient Database

Επίσης, θεωρείται ότι έχουν αντιοξειδωτική δράση εξαιτίας της μεγάλης του περιεκτικότητας σε φλαβονοειδή. Η έντονη μυρωδιά του οφείλεται στα αιθέρια έλαια, ενώ η ουσία που είναι υπεύθυνη για το χαρακτηριστικό άρωμα είναι το αλλυλ-προπυλ-δισουλφίδιο ($C_6H_{12}S_2$).

Τα κρεμμύδια (*Allium cepa*) περιέχουν σουλφοξείδια αμινοξέων, δηλαδή αμινοξέα που έχουν σουλφοξείδια στις πλευρικές τους ομάδες, σχηματίζοντας σουλφενικά οξέα. Οι φλοιοί του κρεμμυδιού περιέχουν το ένζυμο αλινάση, το οποίο διατηρείται διαχωρισμένο από τα σουλφοξείδια αμινοξέων και καταλύει τη διάσπασή τους. Όταν κόβεται ένα κρεμμύδι, σπάνε τα κύτταρά του, απελευθερώνοντας τα περιεχόμενά τους. Τα ένζυμα που διατηρούνταν χωριστά τώρα είναι ελεύθερα να αναμειχθούν με τα σουλφενικά οξέα. Συγκεκριμένα, ένα ένζυμο που ονομάζεται συνθάση του δακρυγόνου παράγοντα (Lachrymatory Factor Synthase; LFS), αναμειγνύεται με το σουλφενικό οξύ, για την παραγωγή του θείουχου οξειδίου της θειοπροπανάλης (C_3H_6OS ; Lachrymatory Factor), μία πτητική ένωση του θείου που διαχέεται στον αέρα και καταλήγει στους οφθαλμούς. Αυτή η ουσία αντιδρά με το νερό που υπάρχει στα δάκρυα και σχηματίζει θειικό οξύ. Το θειικό οξύ καίει, διεγείροντας τους οφθαλμούς να απελευθερώσουν περισσότερα δάκρυα για να ξεπλύνουν τον ενοχλητικό εισβολέα που τους προκαλεί τον ερεθισμό (Scott, 1999).

1.4 Βοτανική ταξινόμηση του *Allium cepa*

Βασίλειο: Plantae (Φυτικό)

Υποβασίλειο: Tracheobionta (Τραχειόφυτα)

Άθροισμα: Magnoliophyta (Σπερματοφύτα, Spermatophyta)

Κλάση: Liliopsida (μονοκοτυλήδονα)

Υποκλάση: Liliidae

Τάξη: Liliales

Οικογένεια: Liliaceae (Lilyfamily)*

Γένος: *Allium*

Είδος: *Allium cepa* L.

(Πηγή: <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=ALCE>)

Το *Allium cepa* είναι διπλοειδές φυτό με αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=16$. Ταξινομείται, ποικιλοτρόπως, στην οικογένεια Alliaceae ή στην Liliaceae και το γένος *Allium* το οποίο περιλαμβάνει 300 περίπου είδη. Η οικογένεια Alliaceae της σειράς Asparagales περιλαμβάνει μονοκοτυλήδονα φυτά. Η οικογένεια αυτή αναγνωρίζεται αλλά όχι σε παγκόσμια κλίμακα. Για το λόγο αυτό πολλοί

βοτανολόγοι θεωρούν πως το κρεμμύδι κατατάσσεται στην οικογένεια Liliaceae. Μεγάλος αριθμός γενών αυτής της οικογένειας περιλαμβάνονται σήμερα σε άλλες οικογένειες, όπως στην περίπτωση του κρεμμυδιού (Fay and Chase, 1996).

Συγγενικά είδη που ανήκουν στο ίδιο γένος είναι τα:

Allium schoenoprasum, το σχοινόπρασο, Chives

Allium porrum, το πράσο, Leek

Allium sativum, το σκόρδο, Garlic.

Υπάρχουν και άλλα φυτά του γένους *Allium* που έχουν την κοινή ονομασία κρεμμύδι (onion), όπως το Welsh onion (*Allium fistulosum*). Όταν ο όρος χρησιμοποιείται χωρίς κάποιον προσδιορισμό, η λέξη κρεμμύδι παραπέμπει συνήθως στο *Allium cepa*. Στα Ελληνικά είναι γνωστό και με τα ονόματα Κρόμμυον ή Άλλιον το κοινό.

1.5 Βοτανική περιγραφή

Το κρεμμύδι είναι είτε διετές είτε πολυετές φυτό, ανάλογα με τις καλλιεργητικές συνθήκες. Για τη συμπλήρωση του βιολογικού του κύκλου (από σπόρο σε σπόρο) απαιτούνται δύο ή τρία χρόνια. Για την παραγωγή βολβών καλλιεργείται ως μονοετές, ενώ για την παραγωγή σπόρου ως διετές.

Τα χαρακτηριστικά του φυτού είναι τα ακόλουθα (Ολύμπιος, 1994; Χα και Πετρόπουλος, 2012):

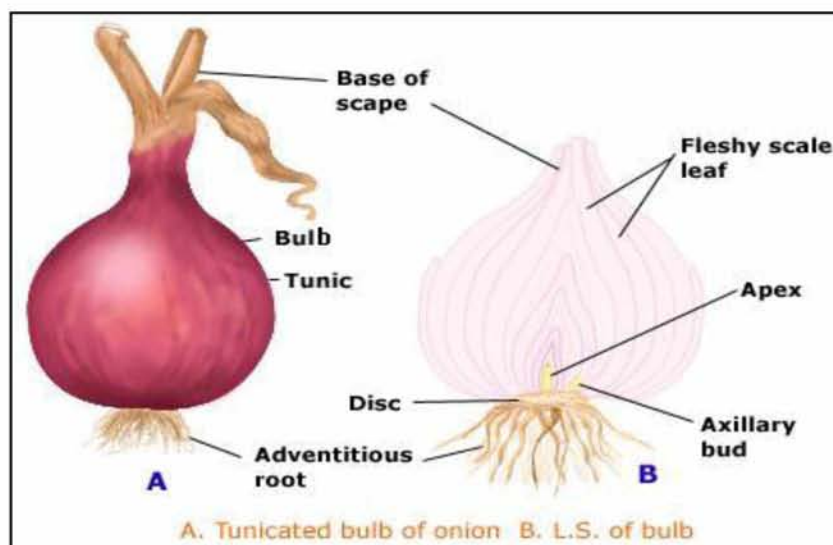
Ριζικό σύστημα: Είναι επιφανειακό και θυσσανώδες και φτάνει σε βάθος από 12 έως 45 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Οι ρίζες έχουν διάμετρο περίπου 1,5 mm και δε διακλαδίζονται ή διακλαδίζονται ελάχιστα. Έχουν συνεχή και γρήγορη ανάπτυξη, ενώ ένας αριθμός ριζών γερνά και πεθαίνει. Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της πρώτης ανάπτυξης του φυτού ο αριθμός των εν ενεργεία ριζών αυξάνει, ενώ όταν ο βολβός αρχίζει να ωριμάζει, ο ρυθμός ανανέωσης του ριζικού συστήματος είναι μικρότερος από τον αριθμό απώλειάς του (Εικόνα 3, 4).

Στέλεχος: Το φυτό δεν έχει κανονικό στέλεχος αλλά μια μορφή δίσκου, στην κάτω επιφάνεια του οποίου αναπτύσσονται οι ρίζες, ενώ από την πάνω επιφάνεια εκπύσσονται σαρκώδη, διογκωμένα φύλλα με επικαλυπτόμενες τις βάσεις τους. Με τον τρόπο αυτό το υπόγειο στέλεχος τροποποιείται και σχηματίζεται ο βολβός του κρεμμυδιού. Η διάμετρος του πραγματικού στελέχους αυξάνει με την αύξηση του

φυτού και κατά την ωρίμανση του βολβού εμφανίζεται σαν ένας μικρός ανεστραμμένος κώνος. Η βάση ή λαιμός του φυτού είναι ένα ψευδοστέλεχος που σχηματίζεται από τις αλληπάλληλες βάσεις των φύλλων (Εικόνα 3, 4).

Βολβός: Το υπόγειο στέλεχος τροποποιείται, όπως προαναφέρθηκε, σε βολβό με ομόκεντρα στρώματα αποτελούμενο από το αρχικό στέλεχος, μειωμένο πλέον, και από το μερίστωμα (κάποιες φορές περισσότερα του ενός) που περιβάλλεται από σαρκώδη φύλλα. Το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα του βολβού διαφέρουν ανάλογα με τις ποικιλίες του κρεμμυδιού. Το σχήμα τους ποικίλλει από σφαιρικό ως σχεδόν κυλινδρικό με επίπεδους ή κωνικούς βολβούς. Το χρώμα τους είναι άσπρο κίτρινο, καφέ, κόκκινο ή μωβ (Εικόνα 3, 4).

Φύλλα: Τα ημικυλινδρικά φύλλα σχηματίζονται από την κορυφή του μεριστώματος στελέχους, αναπτύσσονται δια μέσου του ψευδοστελέχους που διαμορφώνεται από τη βάση και καλύπτουν τα παλαιά φύλλα. Το ύψος τους μπορεί να φτάσει τα 40cm και η διάμετρος τα 20 mm (Εικόνα 3, 4).



Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση της όψης (αριστερά) και της τομής κατά μήκος του βολβού (δεξιά).

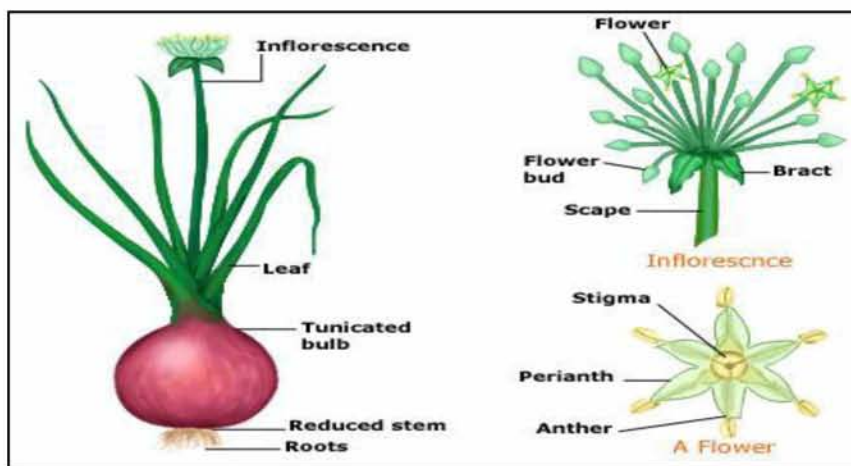
(Πηγή: <http://www.leavingcertbiology.net/chapter-27-vegetative-propagation.html>)

Ανθικό στέλεχος: Το ανθικό στέλεχος σχηματίζεται από το κέντρο του ψευδοστελέχους, από το ελεύθερο άκρο των φύλλων. Είναι επίμηκες, στρογγυλής διατομής, κενό εσωτερικά και διογκωμένο στο κατώτερο 1/3 του μήκους τους. Αναπτύσσεται σε ύψος πολύ μεγαλύτερο από τα φύλλα και φτάνει τα 100-200 cm,

συνήθως κατά το δεύτερο χρόνο του φυτού. Πρόκειται για την περίοδο που το φυτό μεταβαίνει από τη βλαστική στην αναπαραγωγική φάση (Εικόνα 4).

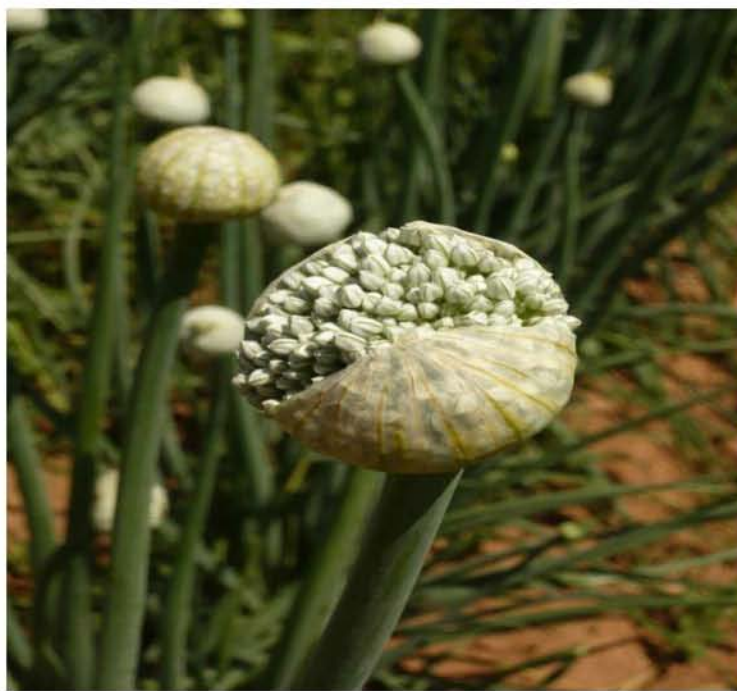
Ταξιανθία: Η σφαιρική ταξιανθία του κρεμμυδιού, γνωστή σαν σκιάδιο, εμφανίζεται στην κορυφή του ανθικού στελέχους (Εικόνα 4). Τα σφαιρικά σκιάδια ποικίλλουν σε διάμετρο από 2 έως 15 cm. Συνήθως, αποτελούνται από 200-600 μικρά άνθη αλλά μπορεί να περιλαμβάνει και έως 1000 άνθη. Στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της ταξιανθίας, τα νεαρά άνθη είναι κλεισμένα σε ένα ειδικά διασκευασμένο φύλλο, τη σπάθη (Εικόνα 5).

Άνθη: Τα άνθη φέρονται πάνω σε λεπτό και μακρύ μίσχο, έχουν εξαμερές περιάνθιο χρώματος λευκού, λευκοπράσινου ή ιώδους, σχήματος αστεροειδούς. Φέρουν 6 σέπαλα, 6 μακρούς στήμονες που καταλήγουν σε δίλοβους ανθήρες και έχουν τρίχωρη ωθήκη με 6 ωάρια. Η ωθήκη καταλήγει σε μακρύ στύλο. Τα άνθη παρουσιάζουν το φαινόμενο της πρωτανδρίας, αποτέλεσμα του οποίου είναι η σταυρογονοποίηση των ανθέων. Η επικονίαση συνήθως γίνεται με έντομα και συχνά υπάρχει επικονίαση και μεταξύ των ανθέων του ίδιου σκιαδίου (εικόνα 4).



Εικόνα 4: Σχηματική αναπαράσταση του είδους *Allium cepa* (αριστερά). Σχηματική αναπαράσταση της ταξιανθίας του φυτού (δεξιά πάνω). Σχηματική αναπαράσταση του άνθους του φυτού (δεξιά κάτω).

(Πηγή: <http://www.tutorvista.com/content/biology/biology-iii/angiosperm-families/family-liliaceae.php>)



Εικόνα 5: Άνθη κρεμμυδιού καλυμμένα από τη σπάθη.
(Πηγή: Προσωπικό αρχείο Σπ. Πετρόπουλου)

Καρπός: Ο καρπός αποτελεί κάψα περίπου 5mm, είναι τρίχωρος και περιέχει 3 ζεύγη επίπεδων σπόρων μαύρου χρώματος καιγωνιώδους εμφάνισης.

Σπόρος: Ο σπόρος του κρεμμυδιού, γνωστός και ως μπαρούτι, διατηρεί τη βλαστικότητα του για 1-2 χρόνια σε συνθήκες δωματίου. Σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και υγρασίας, η βλαστικότητα του σπόρου διατηρείται για 3-5 χρόνια. Σε τροπικά κλίματα όπου επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία, ο σπόρος διατηρεί τη βλαστικόότητά του για λιγότερο από 1 χρόνο (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Σπόροι του είδους *Allium cepa*.
(Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Onion>)

1.6 Τύποι –ποικιλίες κρεμμυδιού

Η ταξινόμηση των ποικιλιών και των υβριδίων των κρεμμυδιών βασίζεται στην απαίτησή τους σε φως, καθώς η ανάπτυξη του βολβού εξαρτάται από το μήκος της ημέρας. Έτσι, τα κρεμμύδια ταξινομούνται σε δυο κατηγορίες.

Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται οι ποικιλίες και τα υβρίδια μεγάλης ημέρας που χρειάζονται 14-16 ώρες φως για βολβοποίηση. Οι ποικιλίες και τα υβρίδια μεγάλης ημέρας καλλιεργούνται την άνοιξη και η συγκομιδή τους γίνεται το καλοκαίρι.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι ποικιλίες και τα υβρίδια μικρής ημέρας που βολβοποιούν σε μικρή διάρκεια φωτοπεριόδου, απαιτούν δηλαδή περίπου 12 ώρες φως. Οι ποικιλίες αυτές χρησιμοποιούνται για φθινοπωρινές σπορές ή φυτεύσεις και, συνεπώς, για καλλιέργειες οι οποίες συγκομίζονται την άνοιξη (Πάσσαμ, 2013).

Ελληνικές ποικιλίες - πληθυσμοί είναι το Βατικιώτικο κρεμμύδι, το Ζακυνθινό νεροκρέμμυδο καθώς και τα κρεμμύδια περιοχών όπως η Θήβα, η Άνδρος, η Φλώρινα, η Ηλεία με τα καλυβιώτικα κρεμμύδια.

Το Βατικιώτικο κρεμμύδι προέρχεται από την περιοχή Βοιών (Βατίκων) Λακωνίας. Πρόκειται για ντόπιο πληθυσμό και όχι καθαρή ποικιλία μικρής ημέρας. Εμφανίζεται με δύο παραλλαγές, την «Πλαδένα» με ελαφρώς πεπλατυσμένους βολβούς και το «Ελικιώτικο» με σχήμα σβούρας (Εικόνα 7). Η γεύση των βολβών είναι πικάντικη και συγκρίνοντας τους δύο τύπους μεταξύ τους ως προς το χαρακτηριστικό αυτό, το «ελικιώτικο» δίνει λίγο πιο καυστικούς και πικάντικους βολβούς από την «Πλαδένα» που τείνει να εξαλειφτεί.

Ο βολβός του βατικιώτικου κρεμμυδιού είναι σφαιρικού σχήματος, ελαφρώς επιμήκης με διάμετρο μεταξύ 35 και 80 mm και το βάρος του ποικίλλει από 70 έως 300 g. Ο εξωτερικός χιτώνας, χρώματος χαλκοκόκκινου με ιώδη απόχρωση, είναι στιλπνός και ανθεκτικός, αποτελούμενος από πολλά στρώματα με στενή αλληλοεπικάλυψη, που προστατεύουν τους εσωτερικούς χιτώνες από μυκητολογικές προσβολές.

Η σάρκα του είναι λευκή με ιώδη απόχρωση στην εξωτερική μεμβράνη, σφικτή, συμπαγής και πολύ αρωματική. Ο λαιμός του είναι λεπτός, στενός και κλειστός. Ο νωπός βολβός αναπτύσσει ένα πλούσιο, έντονο και πολύπλοκο φάσμα αρωμάτων, ενώ στο στόμα είναι τραγανό με ιδιαίτερα καυστικό χαρακτήρα και πικάντικη γεύση.

Στο αρωματικό του προφίλ κυριαρχούν τα παράγωγα των σουλφιδίων, το διμεθυλοτετρασουλφίδιο και το trans-προπενυλοπροπυλοδισουλφίδιο.

Βασικό στοιχείο της καλλιέργειας του βατικιώτικου κρεμμυδιού αποτελεί η χρησιμοποίηση του σπόρου, που παράγεται από τους καλλιεργητές και διασφαλίζει τη διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος.

Η παραγωγική διαδικασία είναι τριετής και περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

1^ο Παραγωγή του κρεμμυδόσπορου: Πραγματοποιείται στις αρχές Μαΐου και επιλέγονται βολβοί με τα κατάλληλα χαρακτηριστικά, όπως το χαρακτηριστικό σχήμα του βατικιώτικου κρεμμυδιού, μεσαίου μεγέθους, κοκκινωπού χρώματος. Αυτοί φυτεύονται για να αποτελέσουν τις «κρεμμυδομάνες», όπου από αυτές θα παραχθούν οι σπόροι για να χρησιμοποιηθούν στα επόμενα στάδια της καλλιέργειας.

2^ο Παραγωγή κοκκαριού: Ο σπόρος σπέρνεται για την παραγωγή κοκκαριού.

3^ο Παραγωγή ξηρών κρεμμυδιών: Τα κοκκάρια φυτεύονται για την παραγωγή ξηρών ή χλωρών κρεμμυδιών.

Απαραίτητη διαδικασία για την ανάπτυξη των ποιοτικών χαρακτηριστικών του βατικιώτικου κρεμμυδιού είναι η «μεθωρίμανση» των βολβών, η οποία συμβάλλει αφενός στην ξήρανση του λαιμού και των ριζών και τη σκλήρυνση των προστατευτικών εξωτερικών φύλλων, που παρέχουν προστασία στους βολβούς από μεγάλο αριθμό παθογόνων, και αφετέρου στην ανάπτυξη του χρώματος και της γεύσης. Επίσης, σε ώριμους συγκομισμένους βολβούς βελτιώνει τη διάρκεια της αποθήκευσής τους. Η «μεθωρίμανση» γίνεται με φυσικό τρόπο στο χωράφι για 15–20 ημέρες μετά τη συγκομιδή, δηλαδή από τα μέσα Μαΐου έως και το τέλος του Ιουνίου, οπότε στην περιοχή επικρατούν ξηροί – θερμοί άνεμοι, μεγάλη ηλιοφάνεια και χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία, συμβάλλοντας στην επιτυχημένη ολοκλήρωση της διαδικασίας.

Χάρη στην τεχνική παραγωγής και στο ξηρό κλίμα που χαρακτηρίζουν την περιοχή των Βοιών, η περιεκτικότητά του κρεμμυδιού σε ξηρά ουσία είναι υψηλή (φτάνει το 80%). Έτσι, το προϊόν αποθηκεύεται εύκολα, διατηρείται επί μεγάλο χρονικό διάστημα (περίπου 8-9 μήνες) δίχως να χάνει τη διατροφική του αξία, καθώς η χαμηλή περιεκτικότητά του σε υγρασία το προστατεύει από τις μετασυλλεκτικές σήψεις.



Εικόνα 7: Βολβοί βατικιώτικου κρεμμυδιού: στις δυο άκρες το ελικοιώτικο (αριστερά) - σβούρα (δεξιά) και στη μέση η πλαδένα.

(Πηγή: http://www.elgo.gr/images/pdf/publications/demeter_magazine/dmtr5p18-19.pdf)

Ξενικές ποικιλίες και υβρίδια μεγάλης ημέρας που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι οι: RedCross F1, Mercato F1, Dorata di Polonia, Dorata di Parma, Morada di Amposta, Yellow Sweet Spanish, Ideal 15 και το Αιγυπτιακό κρεμμύδι. Ξενικές ποικιλίες και υβρίδια μικρής ημέρας που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι οι: Starlet, Red Italian, Bisar F1, Granex 4.

Μία ξενική ποικιλία που χρησιμοποιείται, επίσης στην Ελλάδα είναι η Sturon. Αποτελεί ποικιλία κρεμμυδιού πολύ γνωστή σε όλη την Ευρώπη λόγω της μεγάλης παραγωγικότητας τελικού (ξηρού) προϊόντος. Πρόκειται για ποικιλία με πολύ δυνατή ρίζα, πλούσιο φύλλωμα και μεγάλη διάρκεια αποθήκευσης και αναπτύσσεται, συνήθως, ως πολυετής. Το κοκκάρι είναι χρώματος ανοιχτού καφέ (ξανθό), επίμηκες και κατά την πλήρη ωρίμαση παράγει έναν πολύ ποιοτικό στρογγυλό συμπαγή βολβό, με γυαλιστερούς εξωτερικούς χιτώνες αντίστοιχου χρώματος. Το εσωτερικό είναι τραγανό πολύ αρωματικό άσπρου χρώματος, με πολύ καλή μέτρια καυτερή γεύση. Φυτεύεται το φθινόπωρο για παραγωγή χλωρού κρεμμυδιού και την άνοιξη για παραγωγή τόσο χλωρού όσο και ξηρού κρεμμυδιού. Τα φυτά φτάνουν σε ύψος περίπου τα 45 cm. Για καλύτερα αποτελέσματα η ανάπτυξη τους απαιτεί ηλιοφάνεια και καλά στραγγιζόμενα εδάφη. Εδάφη αμμώδη και αργιλώδη είναι ιδανικά για την ανάπτυξή τους.



Εικόνα 8: Βολβοί κρεμμυδιού της ποικιλία Sturon.

(Πηγή: <http://www.gardenersworld.com/plants/plant-finder/allium-cepa-sturon>)

1.7 Απαιτήσεις καλλιέργειας κρεμμυδιού

1.7.1 Έδαφος

Τα κρεμμύδια αναπτύσσονται σε όλα τα εδάφη αλλά ευδοκιμούν κυρίως σε γόνιμα εδάφη ελαφράς ή μέσης σύστασης, πλούσια σε οργανική ουσία και καλά στραγγιζόμενα. Δεν ευδοκιμούν σε βαριά πηλώδη καθώς και σε αλατώδη εδάφη. Επίσης, δεν αρέσκονται σε χαλικώδη χωράφια με λιμνάζοντα ύδατα καθώς και σε χωράφια στα οποία σχηματίζεται εύκολα επιφανειακή κρούστα. Τέλος, για την καλλιέργεια του κρεμμυδιού δεν θα πρέπει να επιλέγονται χωράφια που η προηγούμενη καλλιέργεια ήταν το κρεμμύδι, το σκόρδο ή το πράσο.

Το ιδανικό pH για την ανάπτυξη του κρεμμυδιού είναι 6-7, δηλαδή ουδέτερα έως ελαφρά όξινα εδάφη.

Το κρεμμύδι, όπως προαναφέρθηκε, έχει θυσσανώδες και επιφανειακό ριζικό σύστημα. Συνεπώς, είναι απαραίτητα τα συχνά ποτίσματα με καλής ποιότητας νερό με σκοπό τη μέγιστη δυνατή ποσοτική και ποιοτική απόδοση. Η καλή προετοιμασία του εδάφους βοηθά στη σπορά, σε ένα καλό φύτρωμα αλλά και στις καλλιεργητικές φροντίδες που θα ακολουθήσουν (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων) .

1.7.2 Κλίμα

Το κρεμμύδι αναπτύσσεται σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, ακόμη και σε θερμοκρασία 7 έως 30°C . Το φυτό αναπτύσσεται καλά σε θερμοκρασία 12 έως 24°C. Για την καλύτερη ανάπτυξή του προτιμούνται δροσερές συνθήκες κατά την πρώτη ανάπτυξή του και υψηλότερες θερμοκρασίες κατά την ωρίμανσή του. Κατά τη

συγκομιδή είναι απαραίτητη η ξηρασία για την ξήρανση των βολβών. Το φυτό αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες και λόγω του επιφανειακού ριζικού του συστήματος πρέπει να υπάρχει νερό στο έδαφος, όπως ήδη προαναφέρθηκε (Χα και Πετρόπουλος, 2012).

1.7.3 Λίπανση

Το κρεμμύδι, ως φυτό με επιφανειακό ριζικό σύστημα και λόγω του μεγάλου αριθμού φυτών που αναπτύσσονται ανά μονάδα επιφάνειας, αντιδρά άμεσα και θετικά στη χρήση των λιπασμάτων. Συνεπώς, η λίπανση της καλλιέργειας πρέπει να είναι ισορροπημένη και πραγματοποιείται κατά την αρχική κατεργασία του εδάφους, πριν τη σπορά. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται βασίζονται στο άζωτο, στο φώσφορο, στο κάλιο και σε ιχνοστοιχεία.

Πριν τη σπορά, συνήθως, εφαρμόζεται το 1/2 ή το 1/3 της δόσης των αζωτούχων λιπασμάτων. Η υπόλοιπη δόση εφαρμόζεται ως επιφανειακή λίπανση κατά την καλλιεργητική περίοδο, όσο δηλαδή αναπτύσσονται τα φυτά. Τα αζωτούχα λιπάσματα βοηθούν στην ανάπτυξη των φυτών. Για μια ικανοποιητική παραγωγή (5-6 τόνους το στρέμμα) χρειάζονται 10-15 μονάδες αζώτου.

Όσον αφορά στα λιπάσματα με βάση το φώσφορο, ολόκληρη η δόση εφαρμόζεται πριν τη σπορά. Ο φώσφορος βοηθά στην καλή διατήρηση των κρεμμυδιών στην αποθήκη, καθώς επηρεάζει το σχηματισμό των εξωτερικών χιτώνων του βολβού. Επίσης βοηθά στην ανάπτυξη ενός πλούσιου ριζικού συστήματος. Αποδίδεται σιγά-σιγά στα φυτά κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης αυτών. Για μια ικανοποιητική παραγωγή (5-6 τόνους το στρέμμα) χρειάζονται 10 μονάδες φωσφόρου.

Επίσης, το κρεμμύδι έχει ανάγκη από κάλιο διότι βοηθά στην ποιότητα του βολβού επηρεάζοντας τη γλυκύτητα αυτού καθώς και στην καλή διατήρηση των κρεμμυδιών στην αποθήκη. Σε περίπτωση σποράς κοκκαριού εφαρμόζεται ολόκληρη η δόση του καλίου πριν τη σπορά. Σε περίπτωση κατά την οποία παράγεται κρεμμύδι από σπόρο εφαρμόζουμε το 60% περίπου της δόσης πριν τη σπορά και την υπόλοιπη δόση του 40% όταν αρχίζουν να αναπτύσσονται οι βολβοί. Για μια ικανοποιητική παραγωγή (5-6 τόνους το στρέμμα) χρειάζονται 15-20 μονάδες καλίου.

Τέλος, το κρεμμύδι έχει ανάγκη από ψευδάργυρο, μαγνήσιο και μαγγάνιο. Ο ψευδάργυρος και το μαγνήσιο, όταν υπάρχει έλλειψη, προστίθενται στο έδαφος πριν

την σπορά, ενώ όταν υπάρχει έλλειψη μαγγανίου αυτό εφαρμόζεται με διαφυλλικούς ψεκασμούς.

Κοπριά: Σε φτωχά εδάφη προστίθεται ως βασική λίπανση, εφ' όσον είναι διαθέσιμη, κοπριά καλά χωνεμένη σε ποσότητα 3-5 τόνους το στρέμμα. Η προσθήκη της βελτιώνει την οργανική ουσία του εδάφους και μειώνει τις ποσότητες των χημικών λιπασμάτων που θα δοθούν στην καλλιέργεια. Για κάθε τόνο κοπριάς που προστίθεται στην καλλιέργεια οι λιπαντικές μονάδες των στοιχείων μειώνονται κατά μέσο όρο για:

- το άζωτο 1-2 μονάδες,
- το φωσφόρο 2 μονάδες, και για
- το κάλιο 4 μονάδες.

Η λίπανση που πραγματοποιείται μετά τη σπορά κατά την ανάπτυξη του φυτού ονομάζεται επιφανειακή. Εφαρμόζεται από το στάδιο των 3 φύλλων μέχρι το σχηματισμό και την ανάπτυξη των βολβών, συνήθως, σε δύο ή τρεις δόσεις, ανάλογα με το στάδιο της καλλιέργειας και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Στις ανοιξιάτικες καλλιέργειες η λίπανση εφαρμόζεται κατά τους μήνες Απρίλιο – Μάιο, ενώ στις φθινοπωρινές κατά τους μήνες Φεβρουάριο – Μάρτιο.

Σε κάθε περίπτωση λίπανσης, εκτός από την αύξηση της παραγωγής και της ποιότητας του προϊόντος είναι απαραίτητη η προστασία του περιβάλλοντος και η αποτροπή της ρύπανσης των υπόγειων και επιφανειακών νερών, από τη συσσώρευση νιτρικών λόγω διήθησης ή επιφανειακής απορροής (Αναλογίδης κ.ά., 1995)

1.7.4 Άρδευση

Σε όλη την καλλιεργητική περίοδο εφαρμόζονται συχνά ποτίσματα σε μικρές δόσεις κατά τις πρωινές ώρες ώστε τα φυτά να στεγνώσουν κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η συχνότητα των ποτισμάτων εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους. Σε ελαφρά εδάφη εφαρμόζεται πότισμα συχνότερα από τα μέσης σύστασης ή βαριά εδάφη.

Όταν η καλλιέργεια πλησιάζει την ωρίμανση τα ποτίσματα σταματούν. Έτσι, σταματά η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και της βλάστησης και σκληραίνουν οι εξωτερικοί χιτώνες του βολβού.

Το πότισμα βοηθά στο φύτερωμα του σπόρου και στην αποφυγή δημιουργίας επιφανειακής κρούστας στο έδαφος. Συμβάλλει στην ανάπτυξη των φυτών με τη

δημιουργία ισχυρού ριζικού συστήματος (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και τροφίμων).

1.8 Σπορά

Το κρεμμύδι πολλαπλασιάζεται είτε με σπορά σπόρων (μπαρούτι) στο χωράφι είτε με φύτεμα κοκκαριού. Για την παραγωγή ξερών βολβών γίνεται είτε απευθείας σπορά σπόρου με συγκομιδή 6 μήνες μετά ή φύτευση κοκκαριού με τη συγκομιδή να πραγματοποιείται 4 μήνες μετά. Στην περίπτωση των σπόρων, η σπορά τους γίνεται σε πολύ μικρό βάθος λόγω του μικρού μεγέθους τους. Το βάθος εξαρτάται από το είδος του εδάφους και την υγρασία. Σε ελαφρά εδάφη το βάθος σποράς είναι μικρότερο από ότι στα μέσης σύστασης ή βαριά εδάφη.

Όσον αφορά στην παραγωγή νωπών κρεμμυδιών φυτεύεται κοκκάρι σε διαδοχικές φυτεύσεις, οι οποίες βοηθούν την κλιμακωτή συγκομιδή για τη διάθεση των νωπών κρεμμυδιών (κρεμμυδάκια) στην αγορά.

1.9 Έλεγχος ζιζανίων

Τα κρεμμύδια δεν ανταγωνίζονται καλά τα ζιζάνια λόγω της μικρής επιφάνειας των φύλλων τους και του αβαθούς ριζικού τους συστήματος. Η μηχανική καλλιέργεια για την καταστροφή των ζιζανίων θα πρέπει να γίνεται σε μικρό βάθος για να αποτρέπεται η ζημία των ριζών του φυτού, ενώ οι περισσότεροι καλλιεργητές εφαρμόζουν χημικό έλεγχο των ζιζανίων. Η εφαρμογή αμειψισποράς ή καταπολέμησης των ζιζανίων με σκαλίσματα και βοτανίσματα μπορεί να εφαρμοστεί, αυξάνοντας όμως το κόστος της καλλιέργειας.

Η επιλογή του κατάλληλου ζιζανιοκτόνου και η εφαρμογή του σε κατάλληλες αναλογίες εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

Τα υπάρχοντα είδη ζιζανίων στο χωράφι: Καταγεγραμμένα δεδομένα παρουσιάζουν ποια ζιζάνια καταστρέφονται από ποιο ζιζανιοκτόνο και σε ποια αναλογία. Συνεπώς, αν επιλεγεί από τον καλλιεργητή χημική καταπολέμηση των ζιζανίων τότε εφαρμόζεται ζιζανιοκτονία, ανάλογα με τα ζιζάνια που επικρατούν στο χωράφι, τόσο προφυτρωτικά όσο και μεταφυτρωτικά με τα εγκεκριμένα κατά περίπτωση φυτοπροστατευτικά προϊόντα.

Το είδος του εδάφους: Το είδος και η δόση του εντομοκτόνου ποικίλλει ανάλογα με τη σύσταση του εδάφους. Η ανησυχία για μόλυνση των υπόγειων υδάτων έχει θέσει

αυστηρά όρια και περιορισμούς στη χρήση τους και. Ιδιαίτερα, σε ελαφριά και αμμώδη εδάφη που είναι φτωχά σε οργανική ύλη.

Το στάδιο ανάπτυξης της παραγωγής: Καθορίζει την έκταση της αντοχής του ζιζανιοκτόνου και ως εκ τούτου την επιλεκτικότητα ανάμεσα στην καλλιέργεια και τα ζιζάνια.

Οι καιρικές συνθήκες: Ο καιρός μπορεί να επηρεάσει την ανοχή στα ζιζανιοκτόνα. Η ανοχή του κρεμμυδιού, για παράδειγμα, στο ζιζανιοκτόνο *ioxynil* είναι μικρότερη σε συνθήκες ηλιοφάνειας και υψηλής υγρασίας. Τα κατάλοιπα του ζιζανιοκτόνου αποδομούνται γρηγορότερα καθώς η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους αυξάνονται, με την προϋπόθεση πως ο αερισμός είναι επαρκής. Επίσης, συνιστάται να αποφεύγεται η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων όταν αναμένονται ισχυρές και παρατεταμένες βροχοπτώσεις μετά την εφαρμογή καθώς υπάρχει ο κίνδυνος έκπλυσης του ζιζανιοκτόνου ή και εκδήλωση φυτοτοξικότητας.

Η χρήση κάθε ζιζανιοκτόνου ορίζεται από τη νομοθεσία, ενώ απαιτείται άδεια διάθεσης από τον εκάστοτε αρμόδιο φορέα (Brewster, 2008).

1.10 Συγκομιδή και αποθήκευση

Η συγκομιδή ξερών κρεμμυδιών πρέπει να αρχίζει όταν προχωράει η ωρίμανση των βολβών, δηλαδή όταν το στέλεχος και τα φύλλα των φυτών χάνουν τη σταθερότητά τους με αποτέλεσμα η ωρίμανση του βολβού να συνοδεύεται από πτώση του υπέργειου τμήματος του φυτού. Ο καλύτερος χρόνος συγκομιδής είναι όταν έχει πλαγιάσει πάνω από το 80-90 % των κορυφών των φυτών. Ανάλογα όμως με τις καιρικές συνθήκες και τη ζήτηση της αγοράς, η συγκομιδή μπορεί να αρχίσει όταν έχει πλαγιάσει το 50% των κορυφών των φυτών.

Η συγκομιδή μπορεί να αρχίσει όταν ο καιρός είναι ζεστός. Οι βολβοί εξάγονται από το έδαφος και αφήνονται στο χωράφι (μεθωρίμανση των βολβών), κατά μέσο όρο για ένα δεκαήμερο. Οι βολβοί σκεπάζονται με τα φύλλα των φυτών για την αποφυγή εγκαυμάτων λόγω απευθείας έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία. Στη συνέχεια με μηχανικό τρόπο κόβονται τα φύλλα τους σε απόσταση 2-3 εκατοστών από το βολβό, γίνεται διαλογή μεγέθους, σακιάζονται ή τοποθετούνται σε κιβώτια και αποθηκεύονται.

Ο χρόνος διατήρησης των κρεμμυδιών στην αποθήκη ή στο ψυγείο ποικίλει ανάλογα την ποικιλία. Σε συνθήκες δωματίου οι βολβοί μπορούν να αποθηκευτούν

το πολύ για 4-5 μήνες, ενώ σε ψυγεία σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας (άριστη θερμοκρασία αποθήκευσης 0-1 °C και σχετική υγρασία 60-70%) ο χρόνος μπορεί να διπλασιαστεί. Σε θερμοκρασίες 15-21 °C παρατηρείται έκπτυξη ριζών και φύλλων πολύ σύντομα.

1.11 Η χρήση αζωτούχου λίπανσης στις καλλιέργειες

Το άζωτο είναι απαραίτητο για τα φυτά σε συγκριτικά μεγαλύτερες ποσότητες από οποιοδήποτε άλλο στοιχείο. Η έλλειψη αζώτου γενικά καταλήγει σε καχεκτικά φυτά καθώς πραγματοποιείται πρόωρη άνθηση και, συνεπώς, ο κύκλος ανάπτυξης είναι πιο μικρός. Η τροφопενία αζώτου είναι πιθανό να προκληθεί μετά από έντονες βροχοπτώσεις, σε αμμουδερά – ελαφρά εδάφη και όταν τα επίπεδα φωσφόρου και καλίου είναι υψηλά. Αντιθέτως, η περίσσεια αζώτου ευνοεί την υπερβολική βλαστική ανάπτυξη εις βάρος της ανθοφορίας και της καρποφορίας. Μπορεί να προκληθεί σε συνθήκες ξηρασίας. Καθυστερεί την ανθοφορία, ελαττώνει την αντοχή των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες. Τα φυτά γίνονται ευπαθή στους παγετούς. Η περίσσεια αζώτου μπορεί να προκαλέσει τροφопενία καλίου (K), ψευδαργύρου (Zn), σιδήρου (Fe), ασβεστίου (Ca) και βορίου (B) (Azarpour *et al.*, 2011).

Συνεπώς, το άζωτο είναι σημαντικό στοιχείο και της γεωργικής παραγωγής (Fixen and Johnston, 2011). Τις 5 τελευταίες δεκαετίες η παγκόσμια χρήση αζωτούχου λίπανσης έχει αυξηθεί, για την ακρίβεια έχει δεκαπλασιαστεί καθώς οι σύγχρονες καλλιέργειες έχουν υψηλές απαιτήσεις σε άζωτο και άλλα θρεπτικά στοιχεία με σκοπό τη μέγιστη δυνατή απόδοση (Weisler *et al.*, 2001). Η εφαρμογή μεγάλων ποσοτήτων χημικών λιπασμάτων αποτελεί προφανώς το μεγαλύτερο κόστος για την παραγωγή (>40% της συνολικής δαπάνης).

Η υπερβολική εφαρμογή χημικών αζωτούχων λιπασμάτων είναι δυνατό να οδηγήσει σε εδάφη με υψηλή συγκέντρωση αζώτου ακόμη και μετά τη συγκομιδή. Η περίσσεια αζώτου μετατρέπεται σε ασταθείς μορφές όπως αμμωνία και αζωτούχα αέρια, μολύνει την ατμόσφαιρα ή προκαλεί το σχηματισμό νιτρικών ιόντων (NO₃⁻), τα οποία καταλήγουν στα υπόγεια ύδατα και στις επιφανειακές απορροές (Cassman *et al.*, 2002). Ο καλύτερος τρόπος για την αντιμετώπιση αυτού του οικολογικού προβλήματος είναι η χρήση βιολογικών αζωτούχων λιπασμάτων. Η χρήση βιολογικού σκευάσματος θα μπορούσε να μειώσει τη χρήση του χημικού που

περιέχει ουρία, να εμποδίσει την εξάντληση της οργανικής ύλης τους εδάφους και να περιορίσει την περιβαλλοντική μόλυνση σε μεγάλο βαθμό.

1.12 Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια του κρεμμυδιού

Οι Maier *et al.* (1990) μελέτησαν την επίδραση αζωτούχου λιπάσματος (σε ποσοστά μεγαλύτερα των 590 kg/ha) στην απόδοση και την ποιότητα της ποικιλίας κρεμμυδιού CreamGold. Τα κρεμμύδια καλλιεργήθηκαν σε δύο διαφορετικές περιοχές σε έδαφος πυριτικής άμμου, για 2 χρονιές. Καθώς το ποσοστό χορηγούμενου αζώτου αυξανόταν παρατηρήθηκε αύξηση του νωπού βάρους των κορυφών. Το νωπό βάρος συσχετίστηκε σημαντικά με την εμπορική απόδοση των βολβών. Επίσης, παρατηρήθηκε αύξηση στο μέγεθος των βολβών καθώς αυξήθηκε το ποσοστό του χορηγούμενου αζώτου. Η αύξηση του μεγέθους των βολβών, όμως ήταν διαφορετική στις 2 δύο καλλιεργήσιμες περιοχές. Κατέληξαν, συνεπώς στο συμπέρασμα πως για την ποικιλία CreamGold που καλλιεργείται σε πυριτική άμμο, απαιτούνται υψηλά ποσοστά αζωτούχου λιπάσματος ώστε να μεγιστοποιηθεί η απόδοση και το μέγεθος των βολβών να μην επηρεάζει την ποιότητα.

Οι Nasreen *et al.* (2007) μελέτησαν την επίδραση 4 αζωτούχων λιπασμάτων (από ουρία) και 4 θειούχων λιπασμάτων (από γύψο) με διαφορετική περιεκτικότητα αζώτου και θείου, αντίστοιχα, στην πρόσληψη αζώτου και θείου και στην απόδοση της ποικιλίας κρεμμυδιού BARIPiaz-1. Η προσθήκη αζωτούχων και θειούχων λιπασμάτων επηρέασε σημαντικά τον αριθμό φύλλων ανά φυτό, το ύψος του φυτού, τη διάμετρο του βολβού, το βάρος κάθε βολβού και την απόδοση του κρεμμυδιού. Επίσης, η πρόσληψη αζώτου και θείου επηρεάστηκε θετικά από την εφαρμογή λιπασμάτων. Η μέγιστη απόδοση των κρεμμυδιών παρατηρήθηκε για συνδυασμένη εφαρμογή των δύο λιπασμάτων σε συγκεντρώσεις 120 kg/ha N και 40 kg/ha S. Η δράση τους, δηλαδή, ήταν συνεργιστική. Ανταγωνιστική δράση παρουσίασαν στις υψηλότερες συγκεντρώσεις των 160 kg/ha N και 60 kg/ha S.

Την επίδραση αζωτούχων και θειούχων λιπασμάτων στην ανάπτυξη, απόδοση και ποιότητα του κρεμμυδιού, μελέτησε και ο Fraihat (2009). Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στην Ιορδανία για 2 χρόνια. Χρησιμοποιήθηκαν 3 αζωτούχα λιπάσματα (100, 150 και 200 kg/ha) και 3 θειούχα (0, 50 και 100 kg/ha) για την ανάπτυξη και παραγωγή των βολβών της ποικιλίας κρεμμυδιού Giza. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής των λιπασμάτων έδειξαν ότι αυξημένα ποσοστά

χορηγούμενου αζώτου και θείου ενίσχυσαν σημαντικά το ύψος του φυτού, τον αριθμό των πράσινων φύλλων ανά φυτό και το βάρος του φυτού και του βολβού σε διαφορετικά στάδια της ανάπτυξης. Η συνολική απόδοση της καλλιέργειας διπλασιάστηκε με την εφαρμογή 200 kg/ha αζώτου και 100 kg/ha θείου.

Οι Abdisa *et al.* (2011) μελέτησαν την επίδραση 5 διαφορετικών επιπέδων αζωτούχων (0, 69, 92, 115, 138 kg/ ha) και φωσφορούχων (0, 10, 20, 30, 40 kg/ha) λιπασμάτων στην ανάπτυξη, παραγωγή βιομάζας και απόδοση φρέσκου βολβού στην Αιθιοπία. Η αζωτούχος λίπανση επηρέασε όλες τις προς μελέτη παραμέτρους σε αντίθεση με τη φωσφορούχο. Η εφαρμογή 69 kg/ha αζώτου προκάλεσε αύξηση του ύψους του φυτού και του μήκους των φύλλων περίπου κατά 10 και 11,5%, συγκριτικά με τα φυτά που δε λιπάνθηκαν. Ο αριθμός των φύλλων αυξήθηκε περίπου κατά 8% σε συγκέντρωση αζώτου 92 kg/ha. Η διάμετρος των φύλλων και το μήκος του βολβού δεν επηρεάστηκαν από την αζωτούχο λίπανση. Παρατηρήθηκε επίσης αύξηση της διαμέτρου του βολβού και του μέσου βάρους του βολβού, η οποία ήταν ανεξάρτητη από τη συγκέντρωση του αζώτου που χορηγήθηκε. Το άζωτο σε συγκέντρωση 69 kg/ha ενίσχυσε την ανάπτυξη φυτών και την απόδοση σε βολβούς. Η απουσία απόκρισης του κρεμμυδιού στη φωσφορούχο λίπανση θα μπορούσε να αποδοθεί στην παρουσία επαρκούς ποσότητας φωσφόρου στο έδαφος.

Οι Tsegaye *et al.* (2016) μελέτησαν την επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων αζωτούχου λιπάσματος (0, 50, 100, 150 και 200 kg/ha) και αρδευτικών συστημάτων (25, 50, 75 και 100% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας) στην απόδοση του κρεμμυδιού και των συστατικών του. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή αζώτου σε διάφορες συγκεντρώσεις και το αρδευτικό σύστημα αύξησαν τη συνολική απόδοση του κρεμμυδιού. Η αλληλεπίδραση της λίπανσης και της άρδευσης επηρέασε σημαντικά και το μέσο βάρος του βολβού, μέσω της διαμέτρου του και την περιεκτικότητα σε νερό.

Τα χημικά λιπάσματα είναι δυνατό να επηρεάσουν σημαντικά τη διάρκεια αποθήκευσης και την ποιότητα των ξηρών βολβών. Πιο χαρακτηριστική είναι η επίδραση της υπερβολικής χρήσης αζώτου πριν τη συγκομιδή, καθώς καθυστερεί την ωρίμανση του βολβού και καταλήγει στο σχηματισμό μεγαλύτερου λαιμού του βολβού. Συνέπεια αυτού είναι οι υψηλές απώλειες νερού και η μεγαλύτερη ευαισθησία των κρεμμυδιών σε παθογόνα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης τους. Η μέθοδος εφαρμογής του λιπάσματος και η πηγή αζώτου (οργανικό ή χημικό

λίπασμα) μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το μέγεθος του βολβού χωρίς, ωστόσο, να επηρεάσει την ολική απόδοση του βολβού (Petropoulos *et al.*, 2016).

Οι Kumar *et al.* (2007) ανέφεραν ότι η αναλογία αζώτου κατά τη λίπανση μπορεί να επηρεάσει τόσο την απόδοση όσο και τα μετά τη συγκομιδή χαρακτηριστικά των ξηρών βολβών. Ποσοστά αζώτου της τάξης 200 kg/ha έδωσαν βολβούς μεγαλύτερου μεγέθους και βάρους αλλά επηρέασαν αρνητικά την ικανότητα αποθήκευσης του βολβού. Για το λόγο αυτό, είναι αναγκαίος ένας συμβιβασμός ανάμεσα στις υψηλότερες αποδόσεις και στο υψηλότερο δυναμικό αποθήκευσης.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί η επίδραση των επιπέδων αζώτου και της θερμοκρασίας στην ένταση της γεύσης και στην ποιότητα του κρεμμυδιού (Coolong and Randle, 2003). Οι Mogren *et al.* (2006) μελέτησαν την επίδραση του αζώτου στη συγκέντρωση της κουερσετίνης (quercetin) μιας φλαβονόλης του κρεμμυδιού. Σύμφωνα με παλαιότερες ερευνητικές εργασίες η μείωση της συγκέντρωσης του αζώτου στο έδαφος είναι πιθανό να σχετίζεται με αύξηση της συγκέντρωσης της κουερσετίνης (Price and Rhodes, 1997). Επίσης, η περιορισμένη παροχή αζώτου έχει συσχετιστεί με υψηλά επίπεδα φαινολών στα φυτά.

Ωστόσο, στη μελέτη των Mogren *et al.* τα υψηλά ή χαμηλά επίπεδα αζωτούχου λιπάσματος κατά την ανάπτυξη του κρεμμυδιού δεν οδήγησε σε διαφορές στη συγκέντρωση κουερσετίνης. Επιπλέον, δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στο ποσοστό των μη εμπορεύσιμων κρεμμυδιών, στο μέγεθος ή την απόδοση συγκρίνοντας τα υψηλά και χαμηλά επίπεδα του αζώτου. Οι Mogren *et al.* κατέληξαν ότι είναι πιθανό να αναπτυχθούν και κρεμμύδια με εμπορική απόδοση και εξίσου υψηλή συγκέντρωση κουερσετίνης με περιορισμένη αζωτούχο λίπανση, ανάλογα βέβαια με τη σύσταση του εδάφους. Τέλος, επισήμαναν ότι η περιορισμένη λίπανση μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο διαρροής αζώτου, το οποίο έχει θετική επίδραση στο περιβάλλον.

1.13 Ζεόλιθος

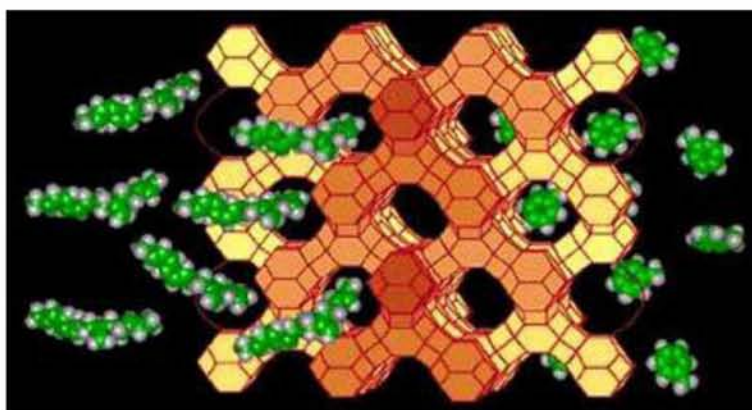
1.13.1 Ορισμός

Ο όρος ζεόλιθος επινοήθηκε το 1756 από το Σουηδό ορυκτολόγο Axel Fredrik Cronstedt, ο οποίος παρατήρησε ότι κατά την ταχεία θέρμανση του ορυκτού στιλβίτη (stilbite), παράγονται μεγάλες ποσότητες ατμού από το νερό, οι οποίες απορροφώνται από το ορυκτό. Βασιζόμενος σ' αυτό το γεγονός, ονόμασε αυτό το ορυκτό «zeolite» ζεόλιθο, από την ελληνική λέξη ζέω, που σημαίνει βράζω και λίθος.

Οι ζεόλιθοι είναι ενυδατωμένα αργιλοπυριτικά σύμπλοκα που χαρακτηρίζονται από τρισδιάστατα τετραεδρικά μόρια SiO_4 (τετραοξείδιο του πυριτίου) και AlO_4 (τετραοξείδιο του αργιλίου) ενωμένα μέσω του οξυγόνου (Reháková *et al.*, 2004). Είναι μέλη μιας οικογένειας μικροπορωδών στερεών γνωστή ως μοριακά κόσκινα (Εικόνα 9). Μέχρι σήμερα έχουν αναγνωρισθεί και περιγραφεί περισσότερα από 45 είδη φυσικών ζεόλιθων. Ωστόσο, μόνο επτά από αυτά και συγκεκριμένα τα ορυκτά μορντενίτης, κλινοπτιλόλιθος, φερριερίτης, χαμπαζίτης, εριονίτης, φιλλιψίτης και ανάλκιμο απαντούν σε ικανοποιητικές ποσότητες, ώστε να θεωρούνται εκμεταλλεύσιμα υλικά.

Χαρακτηριστική είναι η ικανότητά τους να κερδίζουν και να χάνουν νερό και να ανταλλάσσουν κατιόντα χωρίς αλλαγή της δομής τους (Mumpton, 1999). Εξαιτίας της ικανότητάς τους για ανταλλαγή ιόντων, απορρόφηση, ενυδάτωση-αφυδάτωση οι ζεόλιθοι χρησιμοποιούνται ευρέως στη γεωργία. Έρευνες και εφαρμογές του φυσικού ζεόλιθου (κλινοπτιλόλιθου) στην Ελλάδα έχουν δείξει αποτελέσματα αύξησης παραγωγής μέχρι και 55% στο σιτάρι, 50% στο καλαμπόκι, 17% στο βαμβάκι, 73% στο σταφύλι, 52% στη ντομάτα και 45% στο ακτινίδιο.

Επίσης, χρησιμοποιείται στην κτηνοτροφία, την υδατοκαλλιέργεια, την Ιατρική καθώς και στην απομάκρυνση ρύπων από το νερό. Ο ζεόλιθος λειτουργεί σαν ένα φυσικό φίλτρο για τα υγρά απόβλητα, δεσμεύοντας τα τοξικά και βαρέα μέταλλα όπως ο υδράργυρος, το χρώμιο, το αρσενικό και το κάδμιο.



Εικόνα 9: Δομή του ζεόλιθου. (Πηγή: <http://www.naturam.gr>)

1.13.2 Ο ζεόλιθος στη γεωργία

Ο ζεόλιθος είναι κατάλληλος για τη συμβατική και τη βιολογική γεωργία, μπορεί να εφαρμοστεί σε υπαίθριες καλλιέργειες, σε νέα και υπάρχοντα δέντρα, σε

θερμοκήπια, σε καλλιέργειες λουλουδιών και λαχανικών, όπως και σε χλοοτάπητες και γκαζόν.

Ο λόγος επιλογής και εφαρμογής του είναι τα πλούσια ιχνοστοιχεία που διαθέτει, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες του:

- Αφομοιώνει τα θρεπτικά συστατικά και τα αποδεσμεύει σταδιακά όποτε απαιτείται. Διαθέτει την αποδεδειγμένη ικανότητα ενός φυσικού μηχανισμού βραδείας απελευθέρωσης θρεπτικών ουσιών στο ριζικό σύστημα, αυξάνοντας έτσι την ανάπτυξη των καλλιεργειών με ταυτόχρονη μείωση της απαιτούμενης ποσότητας των λιπασμάτων. Σε αντίθεση με τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως, μειώνεται θεαματικά η απώλεια των θρεπτικών ουσιών προς τα υπόγεια ύδατα και το περιβάλλον.
- Απορροφά και παγιδεύει τις τοξικές ουσίες.
- Βοηθά στην εξισορρόπηση του pH εξουδετερώνοντας τα όξινα συστατικά του εδάφους.
- Μειώνει το φαινόμενο της αλκαλικότητας του εδάφους.
- Βελτιώνει τον αερισμό του φυτού.
- Προωθεί την ισορροπία των αλκαλικών μετάλλων.
- Βελτιώνει την ανάπτυξη των ριζών.
- Διατηρεί την υγρασία (ικανότητα συγκράτησης του νερού).
- Μειώνει την ανάγκη εφαρμογής φυτοφαρμάκων και άλλων προσθετικών.
- Σκοτώνει τα παθογόνα μειώνει τις μύγες και σκοτώνει τους σπόρους των ζιζανίων. Προστατεύει τις καλλιέργειες από τους νηματώδεις σκώληκες και τους μύκητες, και την ελιά από το δάκο.
- Λόγω της μοριακής του σύστασης επιτρέπει την εσωτερική διαχείριση του νερού και ενοχλεί την παραγωγή πάγου. Σε συνδυασμό με την ενίσχυση του ριζικού συστήματος κάνει το φυτό πιο δυνατό και ανθεκτικό ενάντια στον παγετό.
- Επίσης, δεν αποσθρώνεται και μένει αναλλοίωτος στο πέρασμα του χρόνου.

Ο κλινοπιλόλιθος είναι ο πιο άφθονος ζεόλιθος στο έδαφος και στα ιζήματα (Ming and Dixon, 1987). Έχει σχετικά υψηλή ιοντοανταλλακτική ικανότητα με προτίμηση στα μεγάλα κατιόντα όπως το αμμώνιο και το κάλιο (NH_4^+ , K^+) (Harland *et al.*, 1999). Υπάρχουν αρκετές μελέτες για την πιθανότητα χρήσης του κλινοπιλόλιθου ως υπόστρωμα και έχει αναφερθεί πως η χρήση του οδήγησε σε

αύξηση της απόδοσης (Baikova and Semekhina, 1996; Loboda, 1999). Επίσης, η χρήση κλινοπιλόλιθου με απορροφημένο αμμώνιο αυξάνει την απόδοση στην παραγωγή βιομάζας (Dyer, 1984).

Ο φυσικός αυτός ζεόλιθος χρησιμοποιείται συχνά για την ανάπτυξη νέων υποστρωμάτων για την καλλιέργεια φυτών. Οι ιδιότητες του τον καθιστούν εναλλακτική έναντι άλλων φυσικών προϊόντων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία παραγωγής υποστρωμάτων (Manolov *et al.*, 2005). Οι ιδιότητες του είναι επίσης σημαντικές για τη φύτευση των σπερμάτων και την ανάπτυξη ριζικού συστήματος (Harland *et al.*, 1999).

Οι ζεόλιθοι χρησιμοποιούνται επίσης στη γεωργία για την τροποποίηση του εδάφους. Συγκεκριμένα, αποτελεί πηγή φωσφόρου, καλίου και αμμωνίας σε άγονα εδάφη (Williams and Nelson, 1997), μειώνει τις απώλειες σε άζωτο και την αζωτούχο ρύπανση (Ando *et al.*, 1996), βελτιώνει τη διαθεσιμότητα σε νερό (Huang and Petrovic, 1995).

Αρκετοί επιστήμονες υποστηρίζουν πως ο ζεόλιθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μεταφορέας αζώτου ενισχύοντας την αξιοποίηση του αζώτου από τα φυτά και περιορίζοντας τη χρήση επιπρόσθετου αζωτούχου λιπάσματος (Kurama *et al.*, 1999). Οι Yilaz *et al.* (2014) προσπάθησαν να καθορίσουν την επίδραση του ζεόλιθου στην ποιότητα του σπόρου και στο διατροφικό περιεχόμενο καλλιέργειας αγγουριών. Τα αποτελέσματά τους ήταν ίδια με αυτά προγενέστερων ερευνών (Harland *et al.*, 1999), αποδεικνύοντας ότι ο ζεόλιθος λειτουργεί ως αποθήκη καθώς συγκρατεί στοιχεία στη δομή του. Τα στοιχεία αυτά τα απελευθερώνει αργά το υπόστρωμα ή απευθείας στις ρίζες του φυτού.

Η ερευνητική ομάδα των Trinchera *et al.* (2010) ανέφερε ότι οι δευτερεύουσες ρίζες αυξάνουν όταν μόρια ζεόλιθου προσκολλώνται στην επιφάνεια αυτών και το αποτέλεσμα αυτό σχετίζεται με την ενισχυμένη διαλυτότητα του οργανικού υλικού και τη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών.

1.14 Επίδραση του ζεόλιθου στην αζωτούχο λίπανση

Τον τελευταίο αιώνα, έρευνες απέδειξαν ότι ο εμπλουτισμός του εδάφους με φυσικούς ζεόλιθους συνεισφέρει στην αύξηση της παραγωγής ποικίλων καλλιεργειών. Σε αντίθεση με τα ανόργανα λιπάσματα δεν απαιτείται η ετήσια

εφαρμογή τους καθώς η δράση τους διατηρείται για πολλά χρόνια. Οι ζεόλιθοι βελτιώνουν την επαρκή χρήση θρεπτικών ουσιών αυξάνοντας τη διαθεσιμότητα φωσφόρου, βελτιώνοντας τη χρήση αμμωνίας και νιτρικών ιόντων και περιορίζοντας τις απώλειες κατιόντων (κυρίως καλίου) που προκαλούνται λόγω των εκπλύσεων του εδάφους. Τέλος, δρουν ελευθερώνοντας αργά το λίπασμα.

Σύμφωνα με το Leggo (2000), εξαιτίας της υψηλής συγγένειας των ζεόλιθων με τα θρεπτικά συστατικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο πολλαπλασιαστικό υλικό για να βελτιωθεί η απόδοση του φυτού. Μείγματα ζεόλιθων και λιπασμάτων είχαν επίσης θετική επίδραση στις αποδόσεις σε καλλιέργεια τομάτας (Valente *et al.*, 1986) και μαρουλιού (Gul *et al.*, 2005). Επιπλέον, όπως προαναφέρθηκε οι ζεόλιθοι βελτιώνουν την αποτελεσματική χρήση του νερού αυξάνοντας τόσο την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί νερό όσο και τη διαθεσιμότητα νερού από τα φυτά.

Οι Azarpour *et al.* (2011) μελέτησαν την επίδραση της χρήσης αζωτούχου λίπανσης και ζεόλιθου στην απόδοση των συστατικών του φυτού Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Το πείραμα της ερευνητικής αυτής ομάδας πραγματοποιήθηκε παρουσία και απουσία του ζεόλιθου. Εφαρμόστηκαν 6 διαφορετικές συγκεντρώσεις αζώτου (N1: 0 kg/ha άζωτο, N2: 30 kg/ha άζωτο, N3: 60 kg/ha άζωτο, N4: εμβολιασμός με nitroxin, N5: 15 kg/ha άζωτο + εμβολιασμός με nitroxin, N6: 30 kg/ha άζωτο + εμβολιασμός με nitroxin). Το Nitroxin είναι ένα βιολογικό αζωτούχο λίπασμα που περιέχει τους μικροοργανισμούς *Azospirillum* και *Azotobacter*. Στην πορεία του πειράματος μέτρησαν την απόδοση σε σπόρο, τον αριθμό των σπόρων ανά φυτό, το βάρος των σπόρων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή του ζεόλιθου είχε θετική επίδραση στην απόδοση του σπόρου και στα συστατικά του φυτού. Η μέγιστη απόδοση σπόρου και τα βέλτιστα χαρακτηριστικά για το φυτό σημειώθηκαν με τη χορήγηση της μεγαλύτερης συγκέντρωσης αζώτου (60 kg/ha). Όσον αφορά στη συνδυαστική τους δράση σημαντική ήταν η επίδραση μόνο στην απόδοση του σπόρου και όχι στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, με την απόδοση σπόρου να σημειώνει τη μέγιστη τιμή της.

Οι Soliman και Mahmoud (2013) πραγματοποίησαν έρευνα με σκοπό να μελετήσουν την επίδραση του φυσικού ζεόλιθου, του οργανικού λιπάσματος (κοπριά) και του συνδυασμού τους στην ανάπτυξη και στα χημικά χαρακτηριστικά του είδους *Adansonia digitata* L. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι ο ζεόλιθος, ο οποίος περιέχει ιχνοστοιχεία, σε συνδυασμό με το οργανικό λίπασμα οδήγησαν σε

σημαντικότερη αύξηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών του φυτού συγκριτικά με την εφαρμογή χημικού λιπάσματος (μάρτυρας). Τα δεδομένα αυτά επιβεβαίωσαν την αρχική εικασία της ερευνητικής ομάδας ότι το μείγμα ζεόλιθου και οργανικού λιπάσματος (κοπριά) θα μπορούσε να αντικαταστήσει τα χημικά λιπάσματα, βελτιώνοντας την ποιότητα και ποσότητα του φυτού. Κατ' επέκταση, η χρήση αυτού του συνδυασμού μπορεί να ελαχιστοποιήσει το κόστος παραγωγής αλλά και να συμβάλλει στη μείωση περιβαλλοντικής μόλυνσης.

Οι Bybordi *et al.* (2013) σε ερευνά τους μελέτησαν την επίδραση του ζεόλιθου και του αζώτου στην ανάπτυξη, την απόδοση, τη νιτρική δραστηριότητα και τη θρεπτική σύσταση φυτών canola (*Brassica napus* L. cv. *SLM046*). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το αζωτούχο λίπασμα προκάλεσε αύξηση του ύψους του φυτού, στον αριθμό των σπόρων και στην απόδοση αυτών. Ομοίως και ο ζεόλιθος προκάλεσε αύξηση της απόδοσης, δεν επηρέασε όμως το ύψος του φυτού. Επιπλέον, η χρήση ζεόλιθου και λιπάσματος προήγαγε τη νιτρική δραστηριότητα σημαντικά. Τα μακροστοιχεία και τα μικροστοιχεία επηρεάστηκαν από την εφαρμογή του αζώτου ή του ζεόλιθου με τρόπο τέτοιο όπου μειώθηκε η περιεκτικότητα του φωσφόρου και αυξήθηκε λόγω του αζώτου η περιεκτικότητα του αζώτου, του σιδήρου και του καλίου. Σε γενικές γραμμές, τα αποτελέσματα τους παρουσίασαν πως η χρήση ζεόλιθου μπορεί να επιδράσει θετικά στην αύξηση και την παραγωγή, είτε μέσω της αποτελεσματικότερης απορρόφησης του αζώτου είτε λόγω της βελτίωσης των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους.

1.15 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής διατριβής είναι η μελέτη της επίδρασης της χρήσης συμβατικού λιπάσματος, βραδείας αποδέσμευσης λιπάσματος, ζεόλιθου και κοπριάς στην ποιότητα και απόδοση δυο γονότυπων κρεμμυδιού, του Βατικιώτικου και του Sturon καθώς και η σύγκριση αυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Πειραματικός Σχεδιασμός Αγρού

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του τμήματος Γεωπονίας, φυτικής παραγωγής και αγροτικού περιβάλλοντος, το οποίο βρίσκεται στο Βελεστίνο Μαγνησίας. Η συνολική έκταση του πειράματος ήταν 240 m². Σε αυτή την έκταση, είχαμε 5 μεταχειρίσεις επί 4 επαναλήψεις, οπότε το σύνολο των πειραματικών τεμαχίων ήταν 20. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 30 cm, ενώ επί της γραμμής τα φυτά απείχαν 15 cm. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε μήκος και πλάτος 3 m. Επίσης κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε 8 σειρές (4 για κάθε ποικιλία κρεμμυδιού) όπου κάθε σειρά είχε 21 φυτά, οπότε το σύνολο των φυτών ήταν 168 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο (84 φυτά ανά ποικιλία) και σε όλο το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 3360 φυτά κρεμμυδιού. Μεταξύ των δύο γειτονικών πειραματικών τεμαχίων υπήρχε μια κοινή σειρά φυτών που τα διαχώριζε, ενώ παρεμβάλλονταν διάδρομος ενός μέτρου μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων και κατά μήκος του πειραματικού αγρού. Η μεσαία κοινή σειρά και οι δύο ακριανές, δεν ελήφθησαν υπόψη καθώς αποτέλεσαν τα σύνορα των πειραματικών τεμαχίων, επομένως ουσιαστικά τα δείγματα που ελήφθησαν για τις μετρήσεις, ήταν από δύο σειρές σε κάθε πειραματικό τεμάχιο (Σχήμα 2.1).

Σχήμα 2.1: Πειραματικός σχεδιασμός

B	B
B	B
M	K
Λ	Z
Z	Λ
K	M
Λ	Z
M	K
K	M
Z	Λ

M: Μάρτυρας

Λ: Συμβατική Λίπανση

Z: Ζεόλιθος

K: Κοπριά

B: Λίπασμα Βραδείας Αποδέσμευσης

Οι πέντε μεταχειρίσεις ήταν οι εξής:

Μάρτυρας (Μ): Δεν εφαρμόστηκε λίπανση, ούτε κάποια άλλη προσθήκη.

Ζεόλιθος (Ζ): Σε 2,5 kg ζεόλιθο, προστέθηκαν 571 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (21-0-0) και 770 mL απεσταγμένο νερό. Έπειτα αναδεύτηκαν ώστε να γίνει διάλυση του λιπάσματος και το μίγμα παρέμεινε για περίπου μία ημέρα ώστε ο ζεόλιθος να το απορροφήσει. Στις μεταχειρίσεις λοιπόν του ζεόλιθου στον αγρό, εφαρμόστηκε ο τροποποιημένος ζεόλιθος καθώς και 530 g K_2SO_4 (0-0-51) και 200 g υπερφωσφορικό 12-61-0.

Συμβατική Λίπανση (Λ): Εφαρμόστηκαν στις μεταχειρίσεις της συμβατικής λίπανσης 570 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (21-0-0), 200 g υπερφωσφορικό 12-61-0 και 530 g K_2SO_4 (0-0-51).

Κοπριά (Κ): Εφαρμόστηκαν 44 kg αργοπρόβειας κοπριάς σε κάθε ένα από τα τέσσερα πειραματικά τεμάχια αυτής της μεταχείρισης.

Λίπασμα Βραδείας Αποδέσμευσης (Β):

Οι ποσότητες αυτές υπολογίστηκαν έτσι ώστε να χορηγούνται στο έδαφος ίσες ποσότητες αζώτου με βάση την τελική επιθυμητή δόση (25 μονάδες N ανά στρέμμα).

2.2 Διαδικασία μετρήσεων στο εργαστήριο

2.2.1 Μετρήσεις ποσοτικών χαρακτηριστικών των φυτών

Μετά την κοπή των κρεμμυδιών, τα φυτά μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου αρχικά έγιναν οι εξής μετρήσεις :

- Νωπό βάρος βολβών
- Διάμετρος βολβών
- Ξηρό βάρος βολβών
- Συνεκτικότητα βολβών
- Ολικά Διαλυτά Σάκχαρα

Για να μετρήσουμε το ξηρό βάρος των βολβών τοποθετήσαμε τα δείγματα των φυτών σε κλίβανο στους 72 °C, όπου αφέθηκαν για αποξήρανση μέχρι το βάρος τους να σταθεροποιηθεί και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μετά το πέρας της διαδικασίας.

1. Βάρος βολβού.

Από τους βολβούς που επιλέχθηκαν για περαιτέρω αναλύσεις μετά την τυχαία δειγματοληψία αρχικά ζυγίστηκαν κάθε ένας βολβός ξεχωριστά στην ηλεκτρονική ζυγαριά (KERNEMB 200-3) με ακρίβεια 0,01 g. Οι βολβοί είχαν σημειωθεί ο κάθε ένας με το αντίστοιχο όνομα δείγματος με ανεξίτηλο μαρκαδόρο.

2. Μήκος βολβού.

Το μεγάλο και μικρό μήκος των βολβών μετρήθηκαν με παχύμετρο (DYN) σε εκατοστά (cm).



Εικόνα 10: Μέτρηση μήκους βολβού.

3. Συνεκτικότητα

Η συνεκτικότητα μετρήθηκε με επιτραπέζιο πενετρόμετρο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το όργανο (TR-TURONY).

Πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις σε κάθε βολβό σε αντιδιαμετρικά σημεία με την ακίδα ($d=0,9$ mm) να εισέρχεται πλήρως εντός του βολβού, στην ισημερινή διάμετρο. Για κάθε πειραματικό τεμάχιο μετρήθηκαν 10 βολβοί. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε kg.



Εικόνα 11: Πενετρόμετρο.

4. Ολικά διαλυτά στερεά

Για τη μέτρηση των διαλυτών στερεών συστατικών (TSS) στο βολβό χρησιμοποιήθηκε διαθλασίμετρο ATA GO hand-refractometer. Ο βολβός κόπηκε με ανοξείδωτο μαχαίρι σε 2 κομμάτια και πολτοποιήθηκε σε οικιακόblender από όπου τοποθετήθηκε μία σταγόνα χυμού στο διαθλασίμετρο όπου παρατηρήσαμε τους βαθμούς brix στο φώς σε θερμοκρασία δωματίου. Πριν από κάθε μέτρηση, όπως απαιτείται, γινόταν βαθμονόμηση του οργάνου με απεσταγμένο νερό και μεταξύ δύο μετρήσεων καθαρισμός του με καθαρό πανί.



Εικόνα 12: Διαθλασίμετρο.

2.2.2 Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο για τη μέτρηση των θρεπτικών στοιχείων στους βολβούς

- Κλίβανος
- Φλογοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης του οίκου PerkinElmer, με εξάρτημα Φλόγας (Flame Atomic Absorption Spectrophotometer).

- Φλογοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης των οίκων Sherwood (μοντέλο 410) και Jenway
- Γουδί
- Αναδευτήρας
- Ζυγαριά ακριβείας
- Πορσελάνινες κάψες
- Φιαλίδια τύπου falcon
- Ογκομετρικές φιάλες των 25 ml, 50 ml, 100 ml
- Πλαστικές πιπέτες
- Αυτόματη πιπέτα
- Διηθητικό χαρτί
- Χωνιά
- Υδροχλωρικό οξύ (HCl) 20% v/v
- Αποσταγμένο νερό

2.3.1 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών των φυτών

Στα φυτικά δείγματα έγιναν μετρήσεις απορρόφησης των ανόργανων στοιχείων που περιέχονται σ' αυτά. Συγκεκριμένα, μετρήθηκε η περιεκτικότητα των φυτικών δειγμάτων στα παρακάτω ανόργανα στοιχεία :

- Νάτριο (Na),
- Κάλιο (K),
- Φώσφορος (P),
- Ψευδάργυρος (Zn) και
- Σίδηρος (Fe).

Για κάθε στοιχείο και επανάληψη χρησιμοποιήθηκαν 4 δείγματα για κάθε επέμβαση. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα εργαστήρια Εδαφολογίας και Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος, όπου χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχα το όργανο της ατομικής απορρόφησης με εξάρτημα φλόγας και το φλογοφωτόμετρο.

2.3.2 Μέθοδοι ανάλυσης των φυτικών δειγμάτων

Προετοιμασία και εκχύλιση φυτομάζας

Το φυτικό υλικό πλύθηκε με απιονισμένο νερό, και τοποθετήθηκε σε χάρτινες σακούλες σε φούρνο στους 72 °C μέχρι τη μη περαιτέρω απώλεια βάρους και έπειτα κονιορτοποιήθηκε σε μύλο άλεσης. Τα κονιορτοποιημένα δείγματα τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και αρχειοθετήθηκαν για τις εκχυλίσσεις.

Ακολούθησε αποτέφρωση για να καταστραφεί η οργανική ουσία των φυτικών ιστών ή άλλου βιολογικού δείγματος. Ζυγίστηκαν για το λόγο αυτό 0,5 g από τον κονιορτοποιημένο ιστό των φυτών και τοποθετήθηκαν σε χωνευτήρια πορσελάνης. Η καύση πραγματοποιήθηκε σε ηλεκτρικό φούρνο σε θερμοκρασία 500 °C για 4 ώρες. Όταν οι κάψες αποτέφρωσης κρύωσαν, παραλήφθηκε η τέφρα του φυτικού ιστού με 20 mL 20% HCl και στη συνέχεια τη διηθήσαμε με διηθητικό χαρτί σε ογκομετρικές φιάλες των 50 mL. Το εκχύλισμα αυτό χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση των ιχνοστοιχείων Fe και Zn, ενώ αραιώσαμε 20 φορές για τη μέτρηση του K και του P.

Τα δείγματα που αντιπροσώπευαν την κάθε επέμβαση έπρεπε να υποστούν συγκεκριμένη κατεργασία, ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση των ανόργανων στοιχείων σε αυτά.

Η μεθοδολογία ανάλυσης των φυτών που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

1. Κονιοποίηση των φυτικών δειγμάτων των λαχανευόμενων ειδών αρχικά σε μπλέντερ και έπειτα σε γουδί.
2. Ζύγιση ποσότητας ίσης με 0,5 g από το κάθε δείγμα.
3. Τοποθέτηση των δειγμάτων στον κλίβανο αρχικά στους 250 °C για 1 h και έπειτα στους 500 °C για τουλάχιστον 4 h, για να πραγματοποιηθεί κάψιμο του φυτικού υλικού (υψηλής θερμοκρασίας οξείδωση) και παραλαβή τέφρας.
4. Τα κονιορτοποιημένα δείγματα (τέφρα) τοποθετούνται σε κάψες πορσελάνης.
5. Παραμονή των καψών στον κλίβανο μέχρι να κρυώσουν.
6. Παραλαβή της τέφρας του φυτικού υλικού και εκχύλιση αυτού μέσω πιπέτας με 20 mL HCl 20%. (Για την παρασκευή αυτού του αντιδραστηρίου διαλύθηκαν σε 1000 mL αποσταγμένου νερού 200 mL πυκνού HCl 36%).
7. Διήθηση της τέφρας με διηθητικό χαρτί σε ογκομετρικές φιάλες των 50 mL.
8. Πλήρωση των ογκομετρικών φιαλών με απεσταγμένο νερό έως τη χαραγή και ανακίνηση αυτών για την ομοιόμορφη ανάμειξη του εκχυλίσματος.
9. Μεταφορά του εκχυλίσματος σε φιαλίδια τύπου falcon και αποθήκευσή τους.

10. Κατόπιν τα εκχυλίσματα αραιώνονται κατά 100 φορές για τη μέτρηση των μακροστοιχείων (Ca, Mg), κατά 20 φορές για τη μέτρηση του K και Na, ενώ το «πυκνό» εκχύλισμα χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των ιχνοστοιχείων Mn, Fe και Zn.

11. Ανάλυση των εκχυλισμάτων σε φλογοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης.

Σκοπός της διαδικασίας της εκχύλισης με αποτέφρωση είναι να γίνει καταστροφή της οργανικής ουσίας των φυτικών υλικών ή άλλου βιολογικού δείγματος με καύση σε υψηλή θερμοκρασία, ώστε να μετρήσουμε (από το ίδιο εκχύλισμα) όλα τα μη πτητικά συστατικά (πτητικά είναι ο C και το N).

2.7 Στατιστική ανάλυση

Το πείραμα που πραγματοποιήθηκε ήταν μονοπαραγοντικό και ακολουθήθηκε το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων. Για το πείραμα είχαμε τέσσερις διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης με 16 φυτά για κάθε επέμβαση. Για τη σύγκριση των επεμβάσεων της λίπανσης στο κρεμμύδι χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Ελάχιστης Διαφοράς (ΕΣΔ). Για τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα Statgraphics Plus 5.1.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Ποσοτικά χαρακτηριστικά βολβών ποικιλίας Sturon

Πίνακας 3.1 Αριθμός βολβών, διάμετρος βολβών, μέσο βάρος, κιλά βολβών ανά στρέμμα της ποικιλίας Sturon στο Μάρτυρα.

Διάμετρος	Βολβοί	Ποσοστό	Βολβοί ανά στρέμμα	Μέσο βάρος	Κιλά ανά στρέμμα
<30	9	5,3	1050,5	14,6	15,4
30-50	97	56,7	11322,3	49,7	562,6
50-70	64	37,4	7470,4	97,4	727,4
>70	1	0,6	116,7	183,1	21,4
Μη εμπορεύσιμα	0	0	0	0	0
Σύνολο	171	100	19960	67,3	1326,7

Στον Πίνακα 3.1 και στα ακόλουθα Σχήματα 3.1 έως 3.5 καταγράφονται οι μετρήσεις που αφορούν στον αριθμό και ποσοστό των βολβών στο μέσο βάρος και στα κιλά βολβών ανά στρέμμα, με βάση τη διάμετρό τους, για την ποικιλία Sturon μετά τη μεταχείριση «Μάρτυρας». Και για τις δύο ποικιλίες μετρήθηκαν οι βολβοί και κατατάχθηκαν στις παρακάτω κατηγορίες:

<30 mm,

30-50 mm,

50-70 mm και

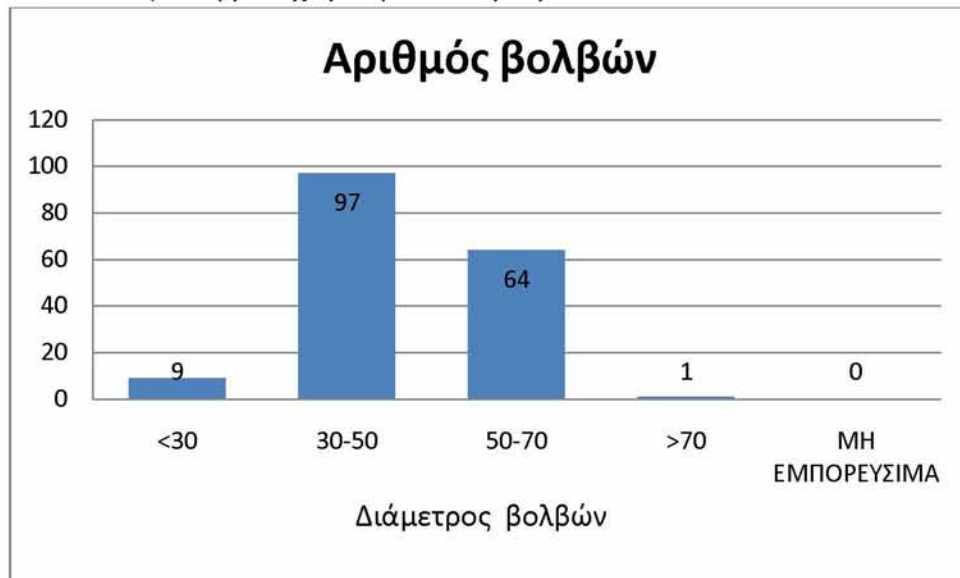
>70 mm.

Καταγράφηκαν 9 βολβοί με διάμετρο μικρότερη των 30 mm, 97 βολβοί με διάμετρο 30-50 mm, 64 βολβοί με 50-70 mm και 1 με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm. Παρατηρείται πως χωρίς να εφαρμοστεί κάποια μορφή λίπανσης, το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών μετρήθηκε με διάμετρο 30-50 mm, ακολουθούν οι βολβοί με διάμετρο 50-70 mm. Δεν καταγράφηκαν μη εμπορεύσιμοι βολβοί.

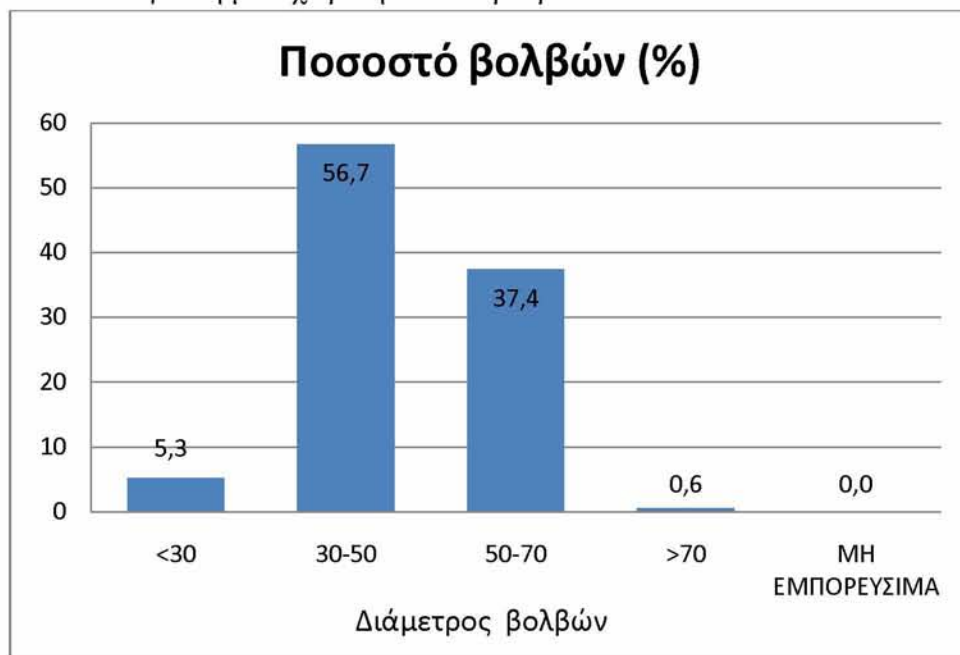
Η μεγαλύτερη τιμή μέσου βάρους αναφέρεται στους βολβούς διαμέτρου >70 mm. Το μέσο βάρος ακολουθεί πορεία φθίνουσα ανάλογη της διαμέτρου.

Όσον αφορά στα κιλά βολβών ανά στρέμμα, μετρήθηκαν 727,4 kg με διάμετρο 50-70 mm και 526,6 kg με διάμετρο 30-50 mm, με μεγάλη διαφορά ακολουθούν οι βολβοί με διάμετρο >70 και <30 mm.

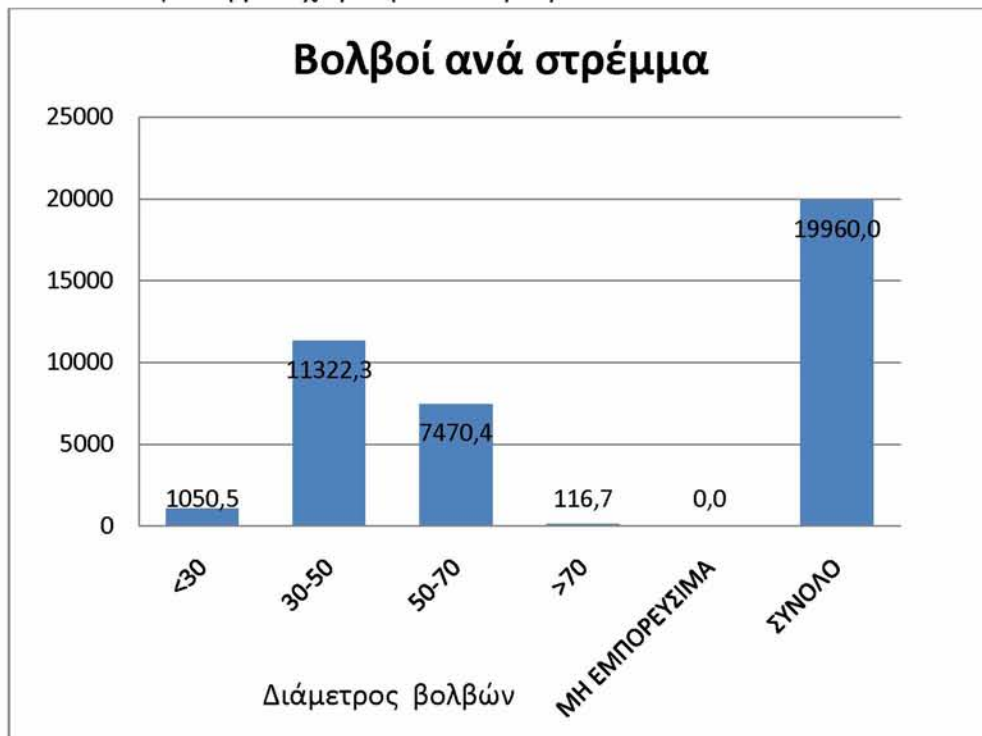
Σχήμα 3.1 Απεικόνιση αριθμού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση του Μάρτυρα.



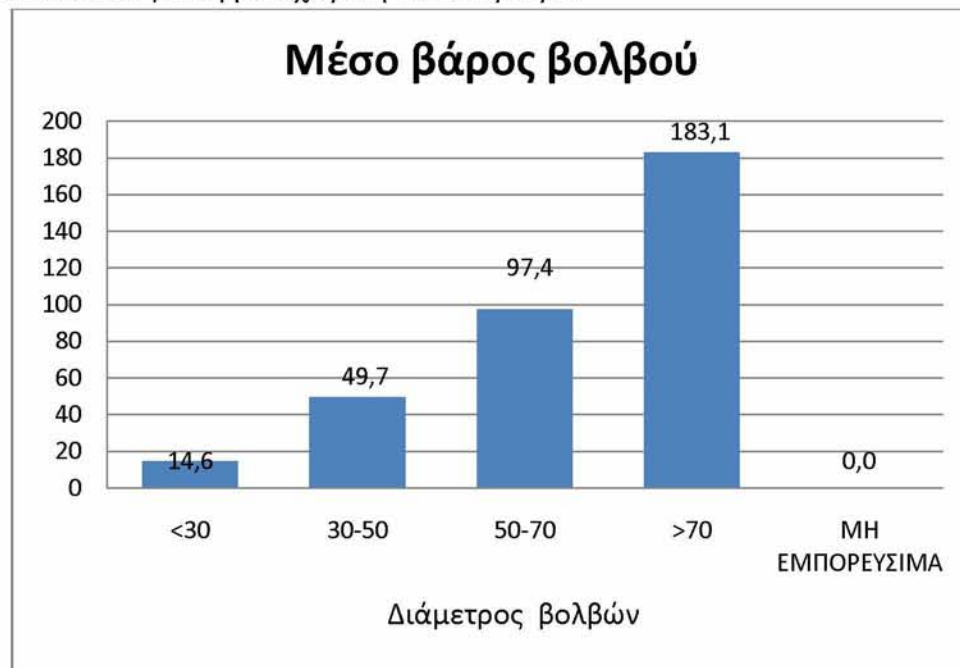
Σχήμα 3.2 Απεικόνιση ποσοστού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση του Μάρτυρα.



Σχήμα 3.3 Απεικόνιση βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση του Μάρτυρα.



Σχήμα 3.4 Απεικόνιση μέσου βάρους βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση του Μάρτυρα.



Σχήμα 3.5 Απεικόνιση κιλά βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση του Μάρτυρα.



Πίνακας 3.2 Αριθμός βολβών, διάμετρος βολβών, μέσο βάρος, κιλά βολβών ανά στρέμμα της ποικιλίας Sturon στη μεταχείριση με Κοπριά.

Διάμετρος	Βολβοί	Ποσοστό	Βολβοί ανά στρέμμα	Μέσο βάρος	Κιλά ανά στρέμμα
<30	3	1,6	320,2	15,7	5
30-50	131	70,1	13982,7	49,5	692,7
50-70	47	25,1	5016,7	110,1	552,1
>70	6	3,2	640,4	160,1	102,6
Μη εμπορεύσιμα	0	0	0	0	0
Σύνολο	187	100	19960	67,2	1352,4

Στον Πίνακα 3.2 και στα ακόλουθα Σχήματα 3.6 έως 3.10 καταγράφονται οι μετρήσεις που αφορούν στον αριθμό και ποσοστό των βολβών, στη διάμετρό τους, στο μέσο βάρος και στα κιλά βολβών ανά στρέμμα για την ποικιλία Sturon μετά τη μεταχείριση με Κοπριά.

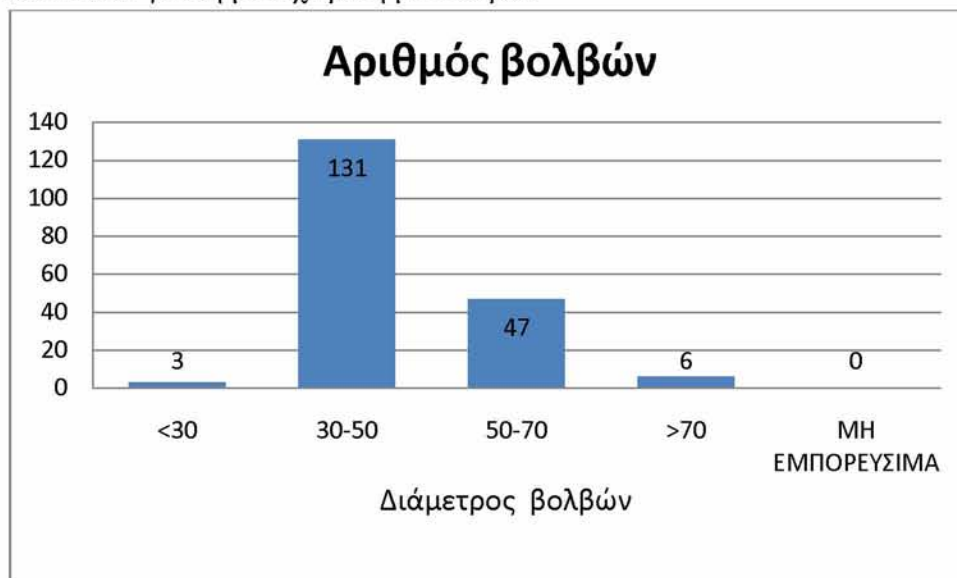
Καταγράφηκαν 3 βολβοί με διάμετρο μικρότερη των 30 mm, 131 βολβοί με διάμετρο 30-50 mm, 47 βολβοί με 50-70 mm και 6 με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm. Παρατηρείται πως με την εφαρμογή κοπριάς, το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών

μετρήθηκε με διάμετρο 30-50 mm, ακολουθούν οι βολβοί με διάμετρο 50-70 mm. Δεν καταγράφηκαν μη εμπορεύσιμοι βολβοί.

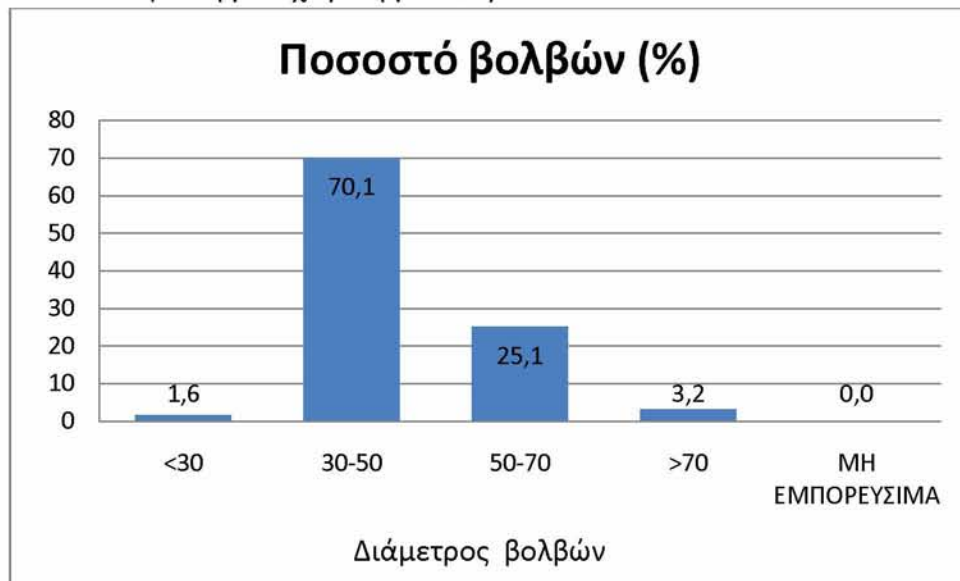
Η μεγαλύτερη τιμή μέσου βάρους αναφέρεται στους βολβούς διαμέτρου >70 mm. Το μέσο βάρος ακολουθεί πορεία φθίνουσα ανάλογη της διαμέτρου.

Όσον αφορά στα κιλά βολβών ανά στρέμμα, μετρήθηκαν 692,7 kg με διάμετρο 30-50 mm και 552,1 kg με διάμετρο 50-70 mm. Ακολουθούν οι βολβοί με διάμετρο >70 και τα λιγότερα κιλά με μεγάλη διαφορά αντιστοιχούν στους βολβούς <30 mm.

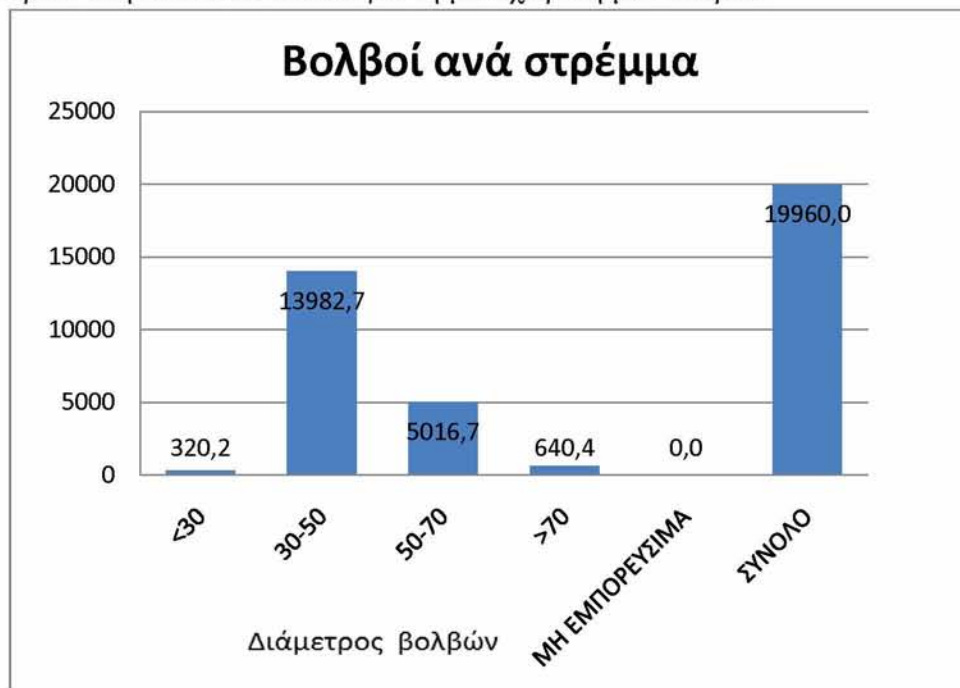
Σχήμα 3.6 Απεικόνιση αριθμού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Κοπριά.



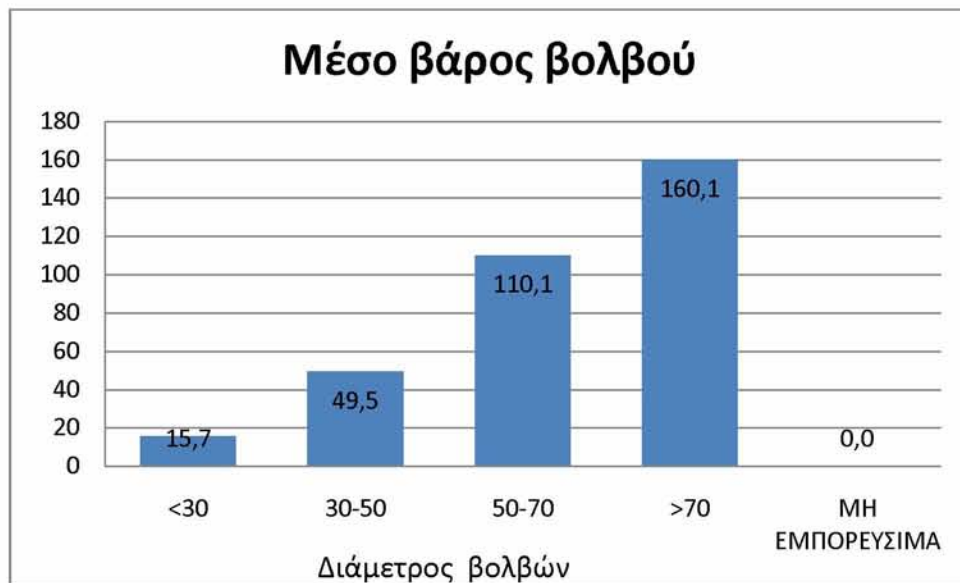
Σχήμα 3.7 Απεικόνιση ποσοστού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Κοπριά.



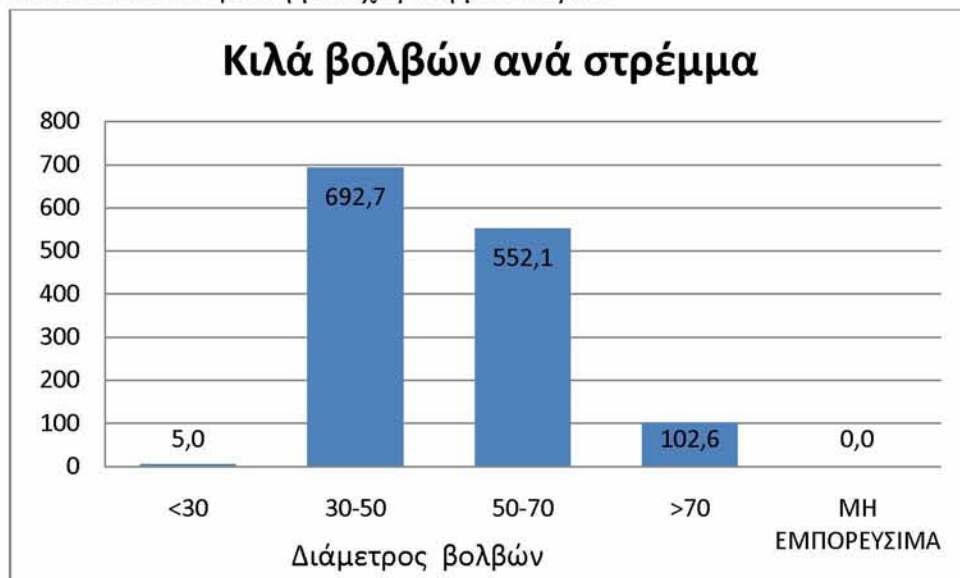
Σχήμα 3.8 Απεικόνιση αριθμού βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Κοπριά.



Σχήμα 3.9 Απεικόνιση μέσου βάρους βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Κοπριά.



Σχήμα 3.10 Απεικόνιση κιλών βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Κοπριά.



Πίνακας 3.3 Αριθμός βολβών, διάμετρος βολβών, μέσο βάρος, κιλά βολβών ανά στρέμμα της ποικιλίας Sturon στη μεταχείριση με Λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης

Διάμετρος	Βολβοί	Ποσοστό	Βολβοί ανά στρέμμα	Μέσο βάρος	Κιλά ανά στρέμμα
<30	1	0,5	105,6	14,7	1,6
30-50	14	7,4	1478,5	58,9	87,1
50-70	76	40,2	8026,2	119,4	958,0
>70	98	51,9	10349,6	193,3	2001,0
Μη εμπορεύσιμα	0	0	0	0	0
Σύνολο	189	100	19960	152,6	3047,6

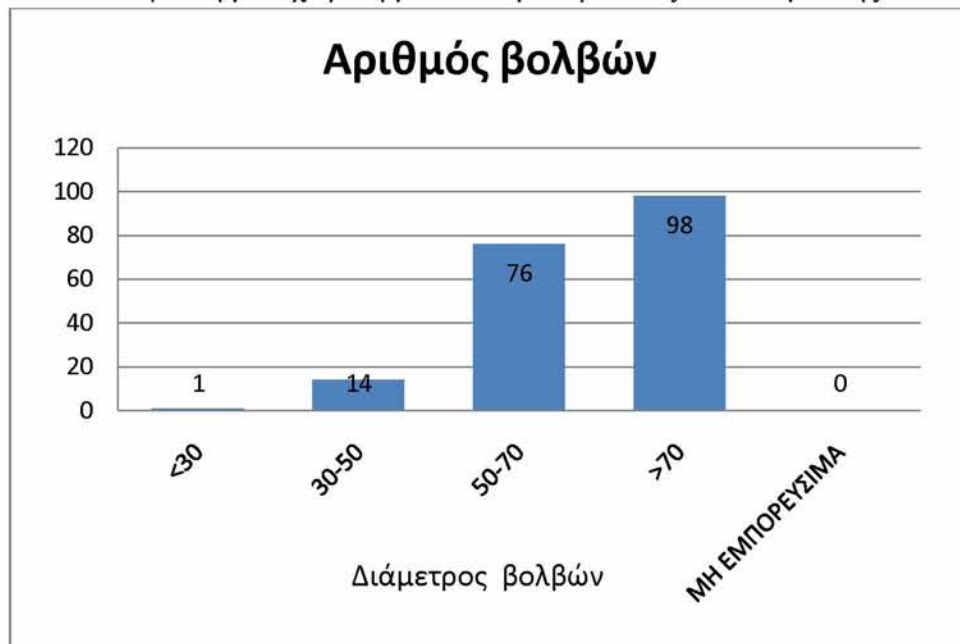
Στον Πίνακα 3.3 και στα ακόλουθα Σχήματα 3.11 έως 3.15 καταγράφονται οι μετρήσεις που αφορούν στον αριθμό και ποσοστό των βολβών, στη διάμετρό τους, στο μέσο βάρος και στα κιλά βολβών ανά στρέμμα για την ποικιλία Sturon μετά τη μεταχείριση με Βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα.

Καταγράφηκαν 1 βολβός με διάμετρο μικρότερη των 30 mm, 14 βολβοί με διάμετρο 30-50 mm, 76 βολβοί με 50-70 mm και 98 με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm. Παρατηρείται πως με το βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα, το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών μετρήθηκε με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm, ακολουθούν οι βολβοί με διάμετρο 50-70 mm. Δεν καταγράφηκαν μη εμπορεύσιμοι βολβοί.

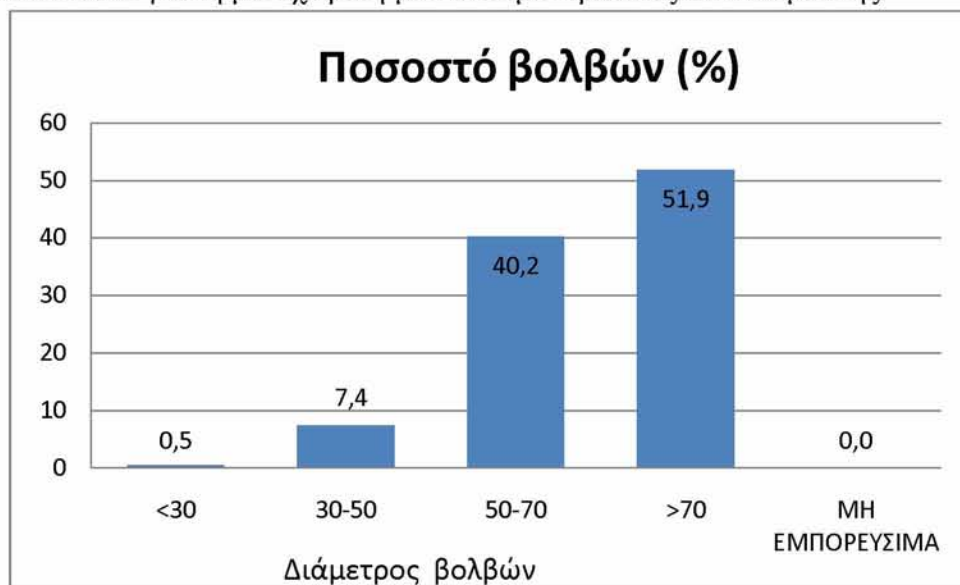
Η μεγαλύτερη τιμή μέσου βάρους αναφέρεται στους βολβούς διαμέτρου >70 mm. Το μέσο βάρος ακολουθεί πορεία φθίνουσα ανάλογη της διαμέτρου.

Όσον αφορά στα κιλά βολβών ανά στρέμμα, μετρήθηκαν 2001 kg με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm και 958 kg με διάμετρο 50-70 mm.

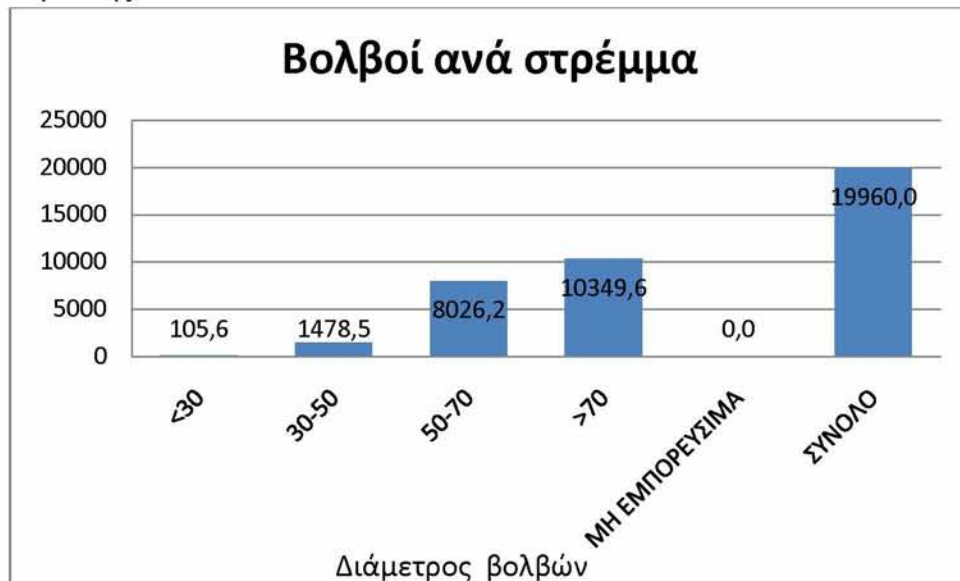
Σχήμα 3.11 Απεικόνιση αριθμού βολβών στις πέντε ομάδες κατηγορίες στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Λίπασμα Βραδείας Αποδέσμευσης.



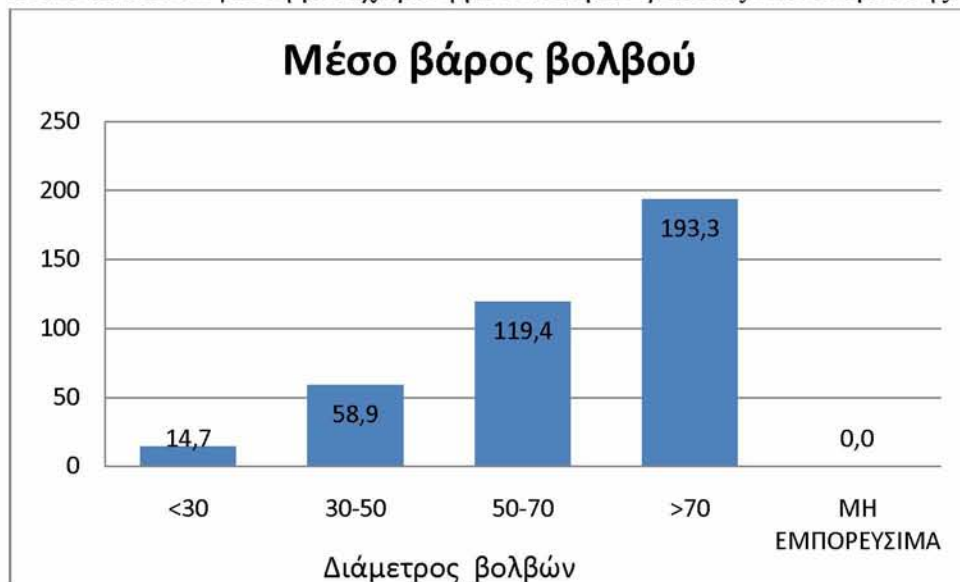
Σχήμα 3.12 Απεικόνιση ποσοστού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Λίπασμα Βραδείας Αποδέσμευσης.



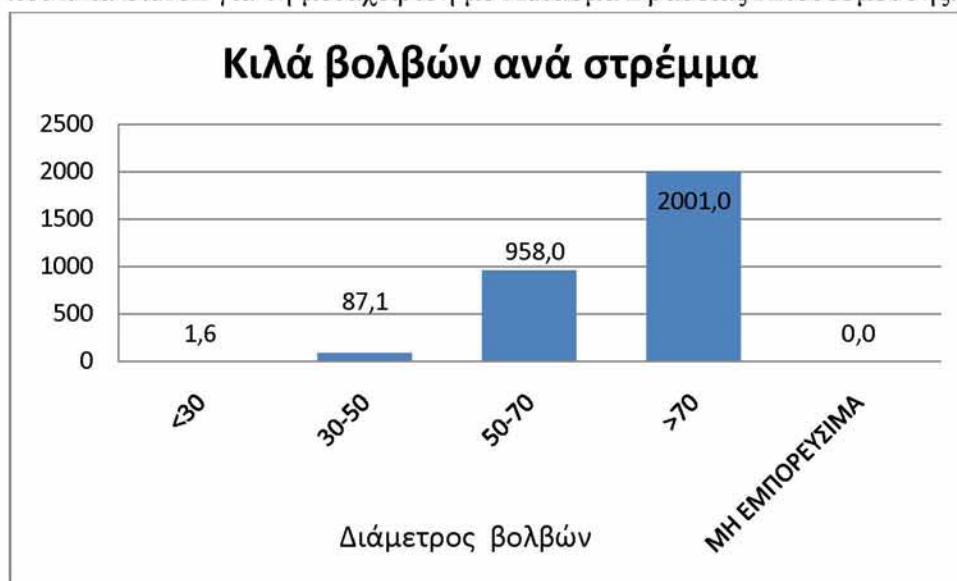
Σχήμα 3.13 Απεικόνιση αριθμού βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturion για τη μεταχείριση με Λίπασμα Βραδείας Αποδέσμευσης.



Σχήμα 3.14 Απεικόνιση μέσου βάρους βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturion για τη μεταχείριση με Λίπασμα Βραδείας Αποδέσμευσης.



Σχήμα 3.15 Απεικόνιση κιλών βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Λίπασμα Βραδείας Αποδέσμευσης.



Πίνακας 3.4 Αριθμός βολβών, διάμετρος βολβών, μέσο βάρος, κιλά βολβών ανά στρέμμα της ποικιλίας Sturon στη μεταχείριση με Ζεόλιθο

Διάμετρος	Βολβοί	Ποσοστό	Βολβοί ανά στρέμμα	Μέσο βάρος	Κιλά ανά στρέμμα
<30	0	0	0	0	0
30-50	19	10,4	2072,3	59,1	122,4
50-70	106	57,9	11561,5	117,9	1363,0
>70	58	31,7	6326,1	203,1	1284,9
Μη εμπορεύσιμα	0	0	0	0	0
Σύνολο	183	100	19960	140,3	2770,3

Στον Πίνακα 3.4 και στα ακόλουθα Σχήματα 3.16 έως 3.20 καταγράφονται οι μετρήσεις που αφορούν στον αριθμό και ποσοστό των βολβών, στη διάμετρό τους, στο μέσο βάρος και στα κιλά βολβών ανά στρέμμα για την ποικιλία Sturon μετά τη μεταχείριση με Ζεόλιθο.

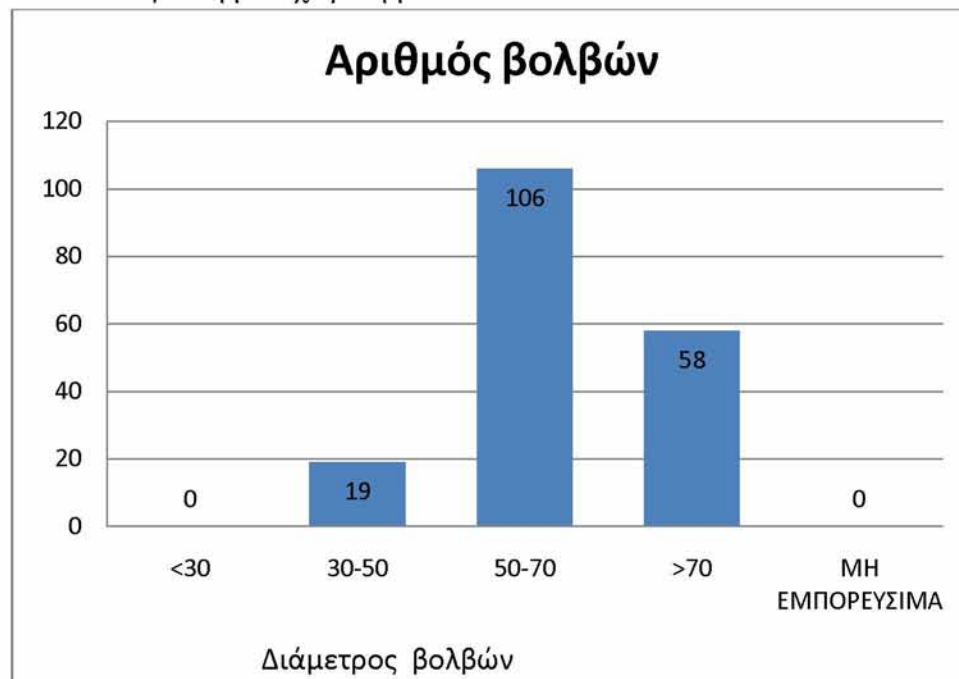
Δεν καταγράφηκε βολβός με διάμετρο μικρότερη των 30 mm, ενώ μετρήθηκαν 19 βολβοί με διάμετρο 30-50 mm, 106 βολβοί με 50-70 mm και 58 με διάμετρο

μεγαλύτερη των 70 mm. Παρατηρείται πως με το ζεόλιθο, το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών μετρήθηκε με διάμετρο 50-70 mm, ακολουθούν οι βολβοί με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm. Δεν καταγράφηκαν, επίσης, μη εμπορεύσιμοι βολβοί.

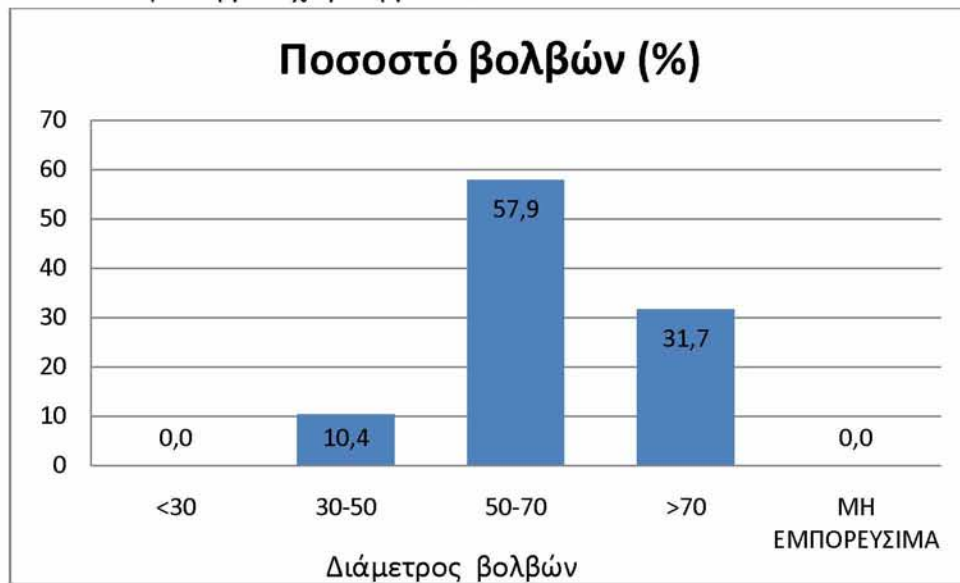
Η μεγαλύτερη τιμή μέσου βάρους αναφέρεται στους βολβούς διαμέτρου >70 mm. Το μέσο βάρος ακολουθεί πορεία φθίνουσα ανάλογη της διαμέτρου.

Όσον αφορά στα κιλά βολβών ανά στρέμμα, μετρήθηκαν 1363 kg για τους βολβούς με διάμετρο 50-70 mm και 1284 kg για αυτούς με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm.

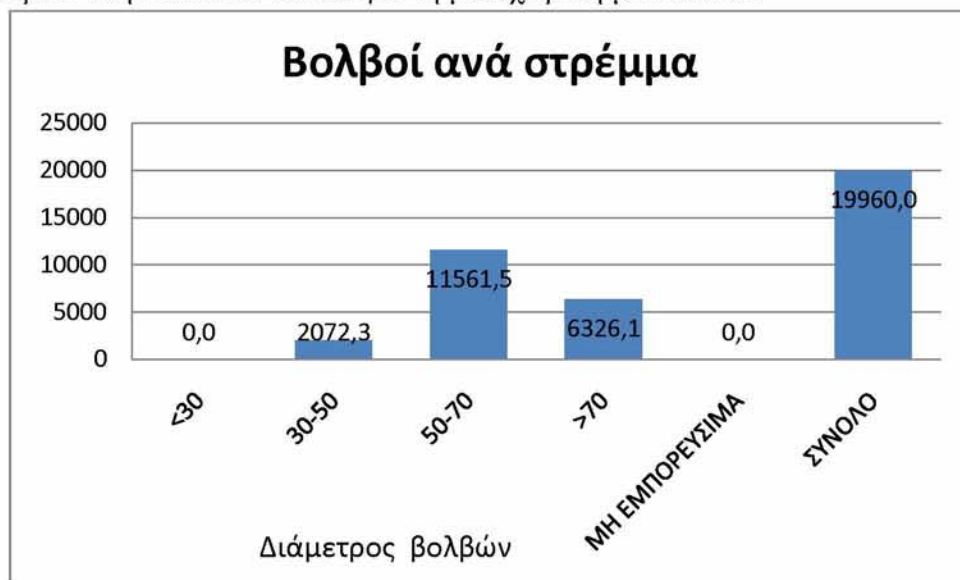
Σχήμα 3.16 Απεικόνιση αριθμού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Ζεόλιθο.



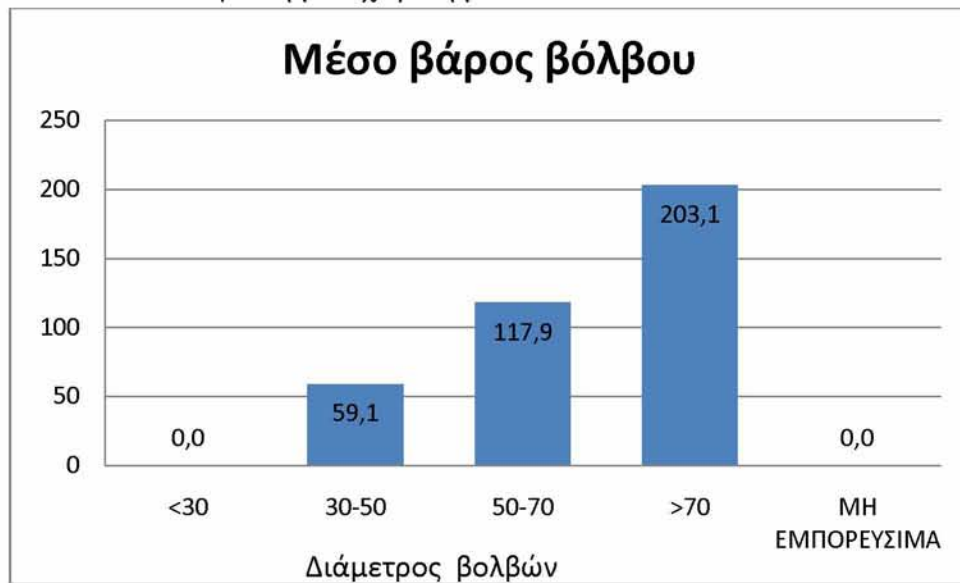
Σχήμα 3.17 Απεικόνιση ποσοστού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Ζεόλιθο.



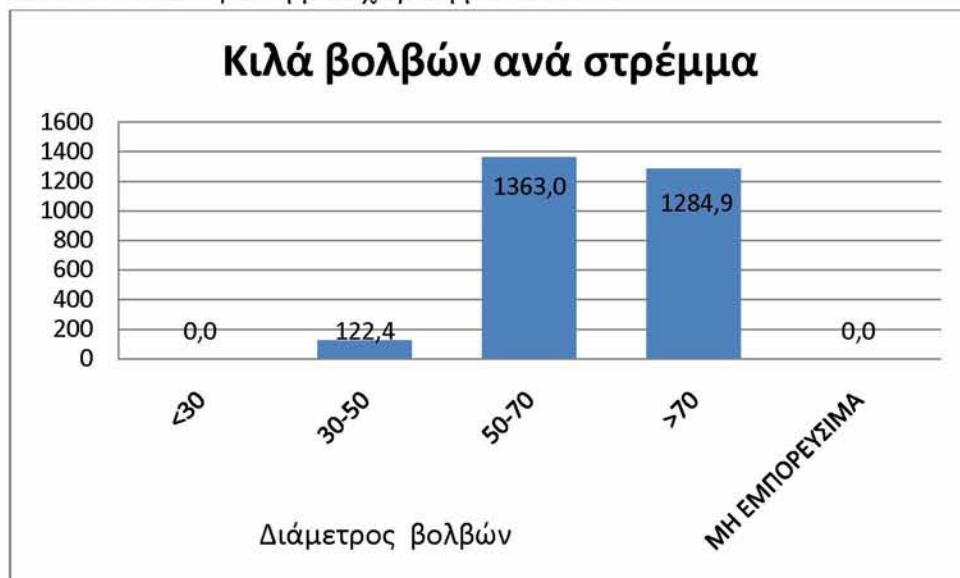
Σχήμα 3.18 Απεικόνιση αριθμού βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Ζεόλιθο.



Σχήμα 3.19 Απεικόνιση μέσου βάρους βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturion για τη μεταχείριση με Ζεόλιθο.



Σχήμα 3.20 Απεικόνιση κιλών βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturion για τη μεταχείριση με Ζεόλιθο.



Πίνακας 3.5 Αριθμός βολβών, διάμετρος βολβών, μέσο βάρος, κιλά βολβών ανά στρέμμα της ποικιλίας Sturon στη μεταχείριση με Λίπασμα

Διάμετρος	Βολβοί	Ποσοστό	Βολβοί ανά στρέμμα	Μέσο βάρος	Κιλά ανά στρέμμα
<30	2	1,0	207,9	5,6	1,2
30-50	18	9,4	1871,3	54,5	102,0
50-70	86	44,8	8940,4	103,1	921,7
>70	86	44,8	8940,4	207,5	1854,9
Μη εμπορεύσιμα	0	0	0	0	0
Σύνολο	192	100	19960	147,2	2879,8

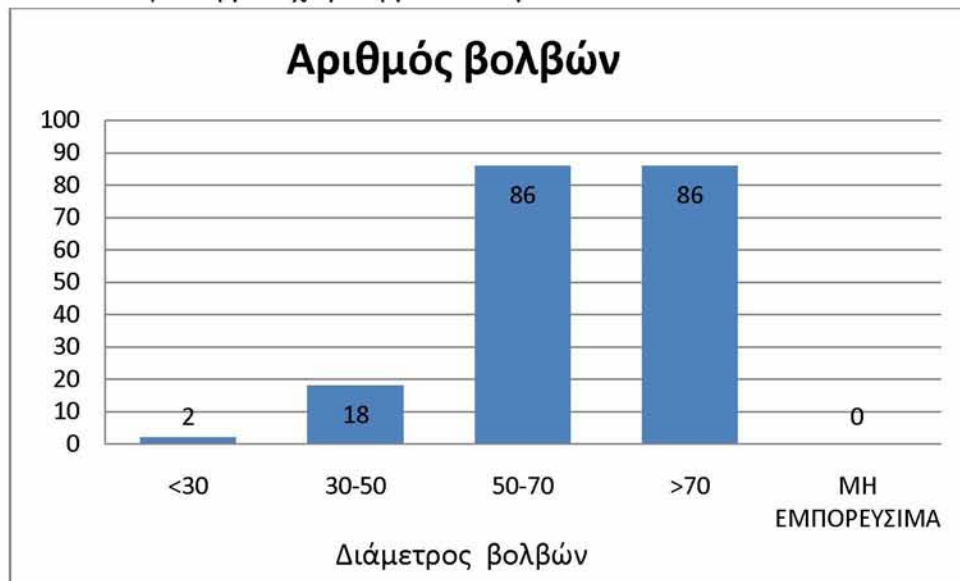
Στον Πίνακα 3.5 και στα ακόλουθα Σχήματα 3.21 έως 3.25 καταγράφονται οι μετρήσεις που αφορούν στον αριθμό και ποσοστό των βολβών, στη διάμετρό τους, στο μέσο βάρος και στα κιλά βολβών ανά στρέμμα για την ποικιλία Sturon μετά τη μεταχείριση με Λίπασμα.

Καταγράφηκαν 2 βολβοί με διάμετρο μικρότερη των 30 mm, 18 βολβοί με διάμετρο 30-50 mm, 86 βολβοί με 50-70 mm και 86 με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm. Μετρήθηκαν με το ίδιο ποσοστό οι βολβοί με διάμετρο 50-70 mm και μεγαλύτερη των 70 mm. Δεν καταγράφηκαν, επίσης, μη εμπορεύσιμοι βολβοί.

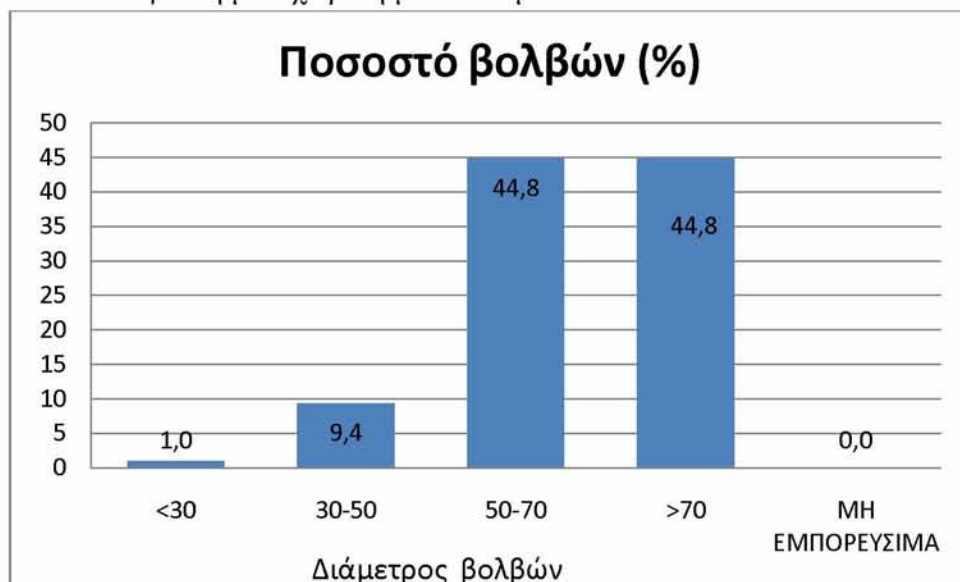
Η μεγαλύτερη τιμή μέσου βάρους αναφέρεται στους βολβούς διαμέτρου >70 mm. Το μέσο βάρος ακολουθεί πορεία φθίνουσα ανάλογη της διαμέτρου.

Όσον αφορά στα κιλά βολβών ανά στρέμμα, μετρήθηκαν 1854,9 kg με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm και 921,7 kg με διάμετρο 50-70 mm.

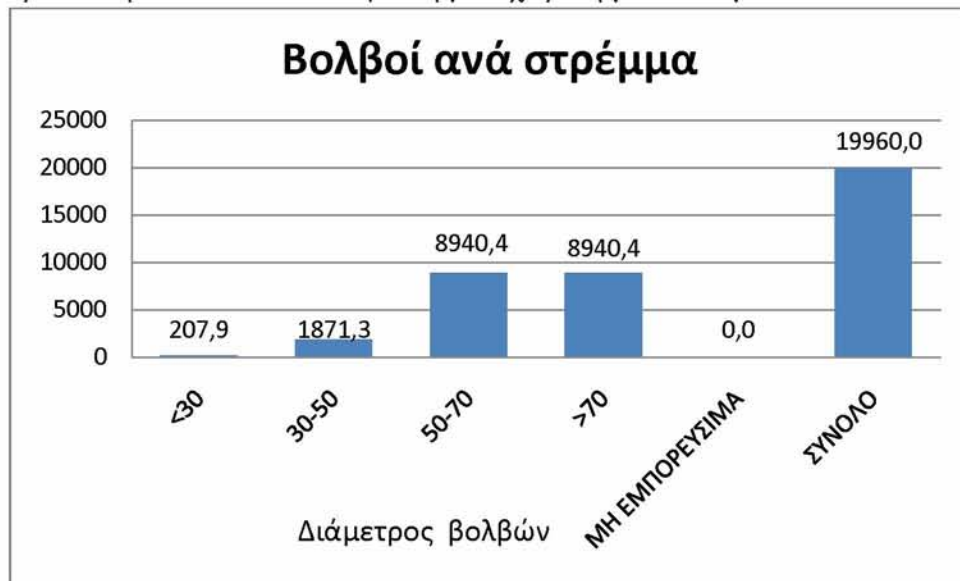
Σχήμα 3.21 Απεικόνιση αριθμού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Λίπασμα.



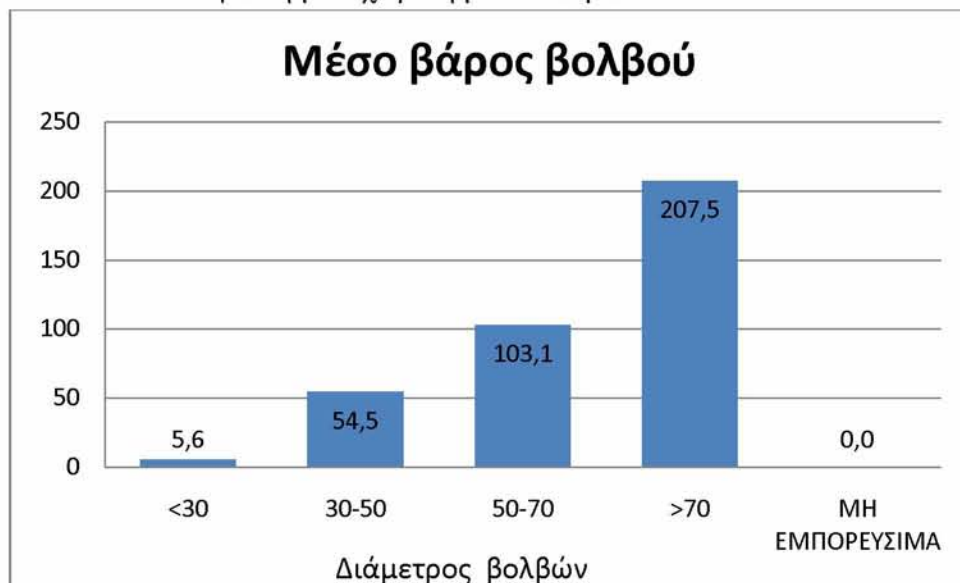
Σχήμα 3.22 Απεικόνιση ποσοστού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Λίπασμα.



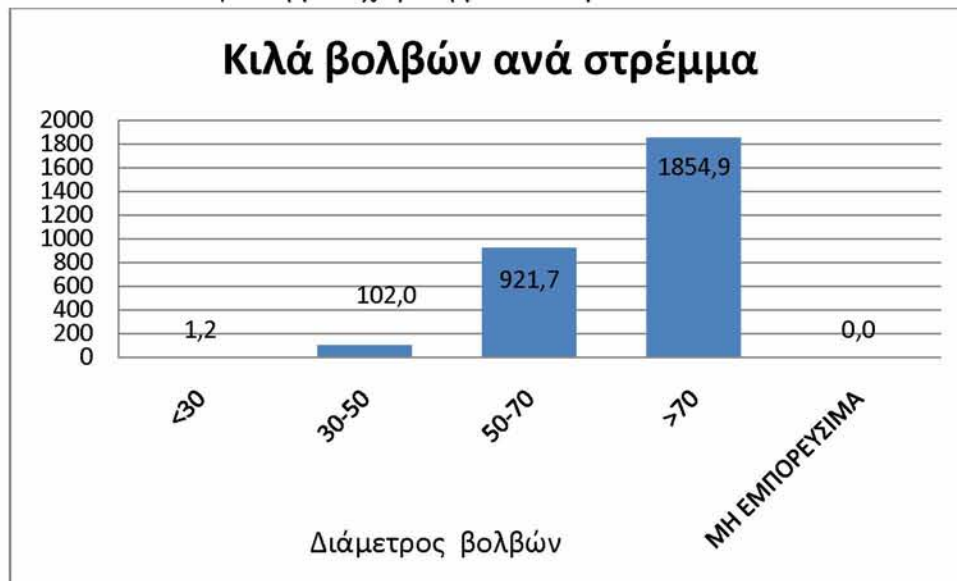
Σχήμα 3.23 Απεικόνιση αριθμού βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Λίπασμα.



Σχήμα 3.24 Απεικόνιση μέσου βάρους βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Λίπασμα.



Σχήμα 3.25 Απεικόνιση κιλών βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Sturion για τη μεταχείριση με Λίπασμα.



3.2 Ποσοτικά χαρακτηριστικά βολβών ποικιλίας Βατικιώτικο.

Πίνακας 3.6 Αριθμός βολβών, διάμετρος βολβών, μέσο βάρος, κιλά βολβών ανά στρέμμα της ποικιλίας Βατικιώτικο στο Μάρτυρα.

Διάμετρος	Βολβοί	Ποσοστό	Βολβοί ανά στρέμμα	Μέσο βάρος	Κιλά ανά στρέμμα
<30	8	3,1	621,3	17,6	10,9
30-50	94	36,6	7300,5	49,5	361,4
50-70	114	44,4	8853,9	87,0	770,5
>70	41	16,0	3184,3	131,6	418,9
Μη εμπορεύσιμα	2	0,78	155,3	0	
Σύνολο	257	100	19960	79,6	1561,8

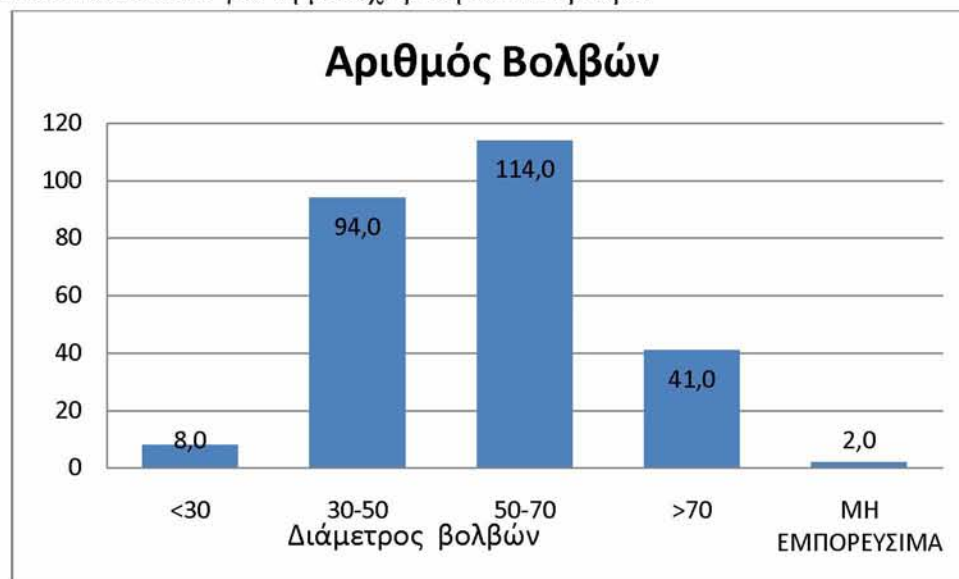
Στον Πίνακα 3.6 και στα ακόλουθα Σχήματα 3.26 έως 3.30 καταγράφονται οι μετρήσεις που αφορούν στον αριθμό και ποσοστό των βολβών, στη διάμετρό τους, στο μέσο βάρος και στα κιλά βολβών ανά στρέμμα για την ποικιλία Βατικιώτικο και το Μάρτυρα.

Καταγράφηκαν 8 βολβοί με διάμετρο μικρότερη των 30 mm, 94 βολβοί με διάμετρο 30-50 mm, 114 βολβοί με 50-70 mm και 41 με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm. Το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών αντιστοιχεί σε αυτούς με διάμετρο 50-70 mm και ακολουθούν αυτοί των 30-50 mm. Καταγράφηκαν και 2 μη εμπορεύσιμοι βολβοί.

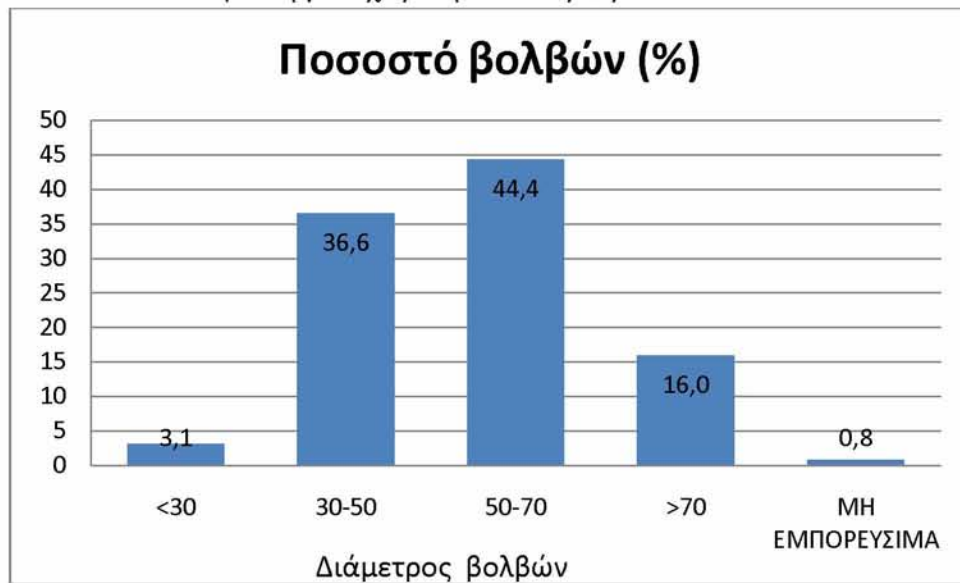
Η μεγαλύτερη τιμή μέσου βάρους αναφέρεται στους βολβούς διαμέτρου >70 mm. Το μέσο βάρος ακολουθεί πορεία φθίνουσα ανάλογη της διαμέτρου.

Όσον αφορά στα κιλά βολβών ανά στρέμμα, μετρήθηκαν 770,5 kg με διάμετρο 50-70 mm, 418,9 kg με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm και 361,4 kg με διάμετρο 30-50 mm.

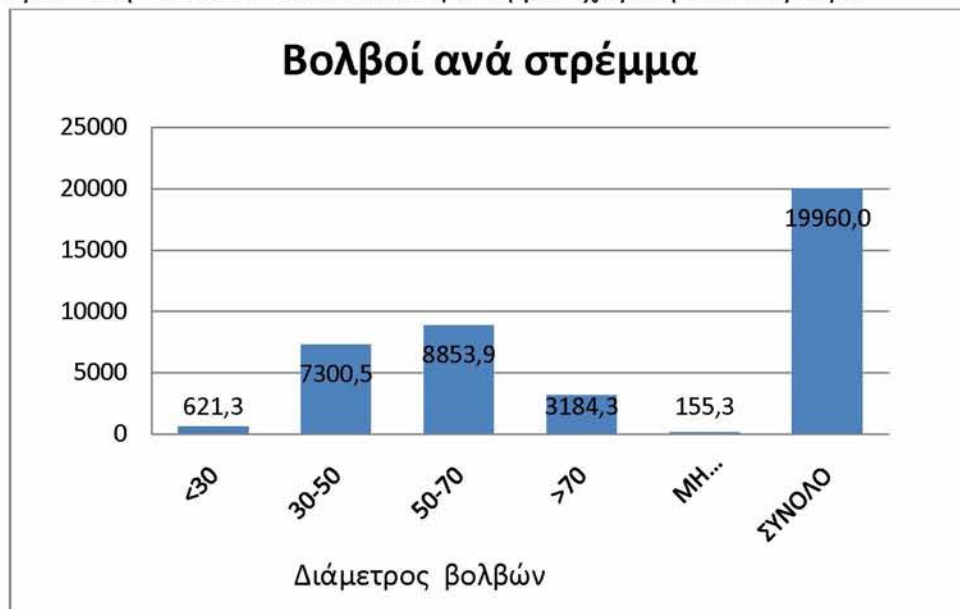
Σχήμα 3.26 Απεικόνιση αριθμού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση του Μάρτυρα.



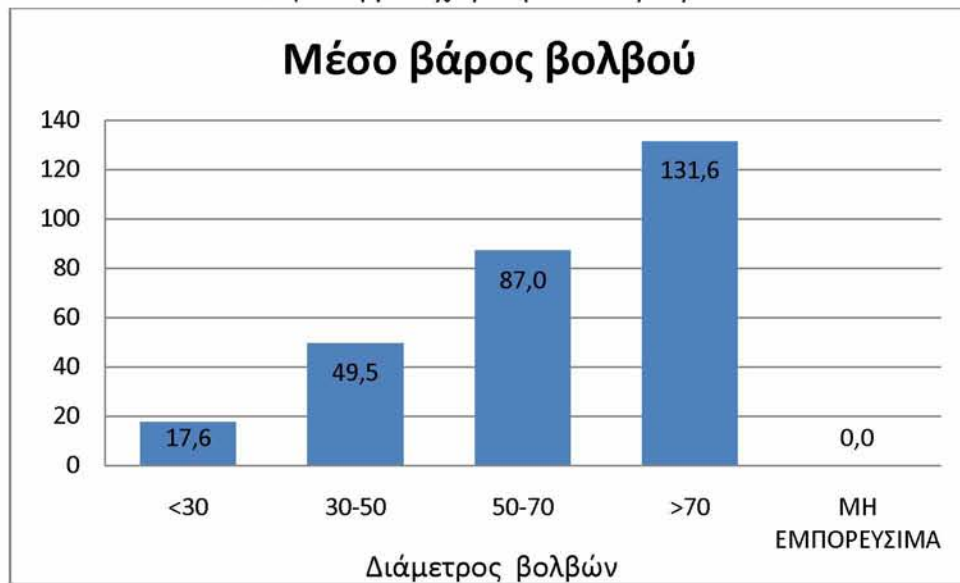
Σχήμα 3.27 Απεικόνιση ποσοστού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση του Μάρτυρα.



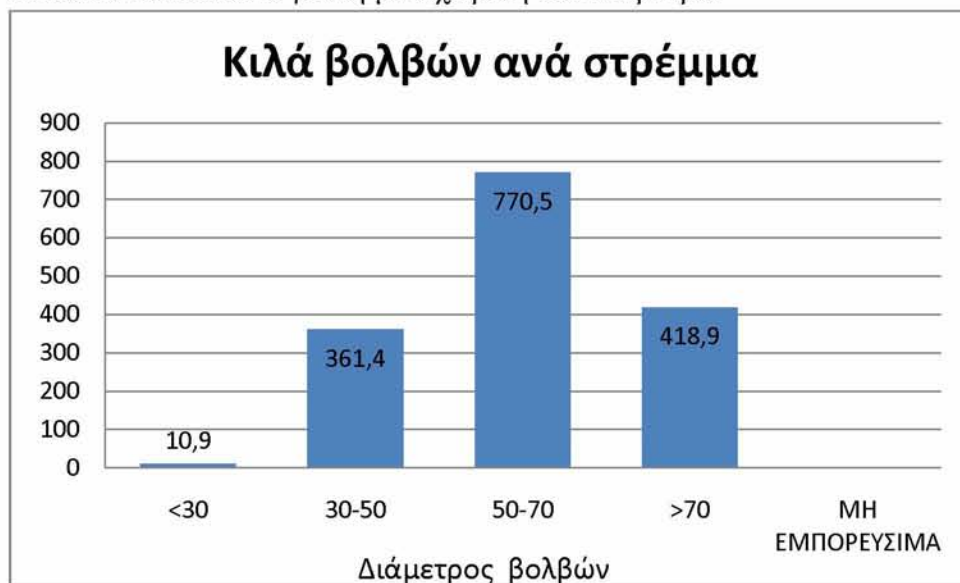
Σχήμα 3.28 Απεικόνιση αριθμού βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση του Μάρτυρα.



Σχήμα 3.29 Απεικόνιση μέσου βάρους βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση του Μάρτυρα.



Σχήμα 3.30 Απεικόνιση κιλών βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση του Μάρτυρα.



Πίνακας 3.7 Αριθμός βολβών, διάμετρος βολβών, μέσο βάρος, κιλά βολβών ανά στρέμμα της ποικιλίας Βατικιώτικο στη μεταχείριση με Κοπριά

Διάμετρος	Βολβοί	Ποσοστό	Βολβοί ανά στρέμμα	Μέσο βάρος	Κιλά ανά στρέμμα
<30	8	3,0	604,8	16,1	9,7
30-50	113	42,8	8543,5	53,6	458,2
50-70	107	40,5	8089,8	99,5	805,0
>70	36	13,6	2721,8	149,0	405,6
Μη εμπορεύσιμα	4	1,5	302,4	0	
Σύνολο	264	100	19960	79,9	1678,6

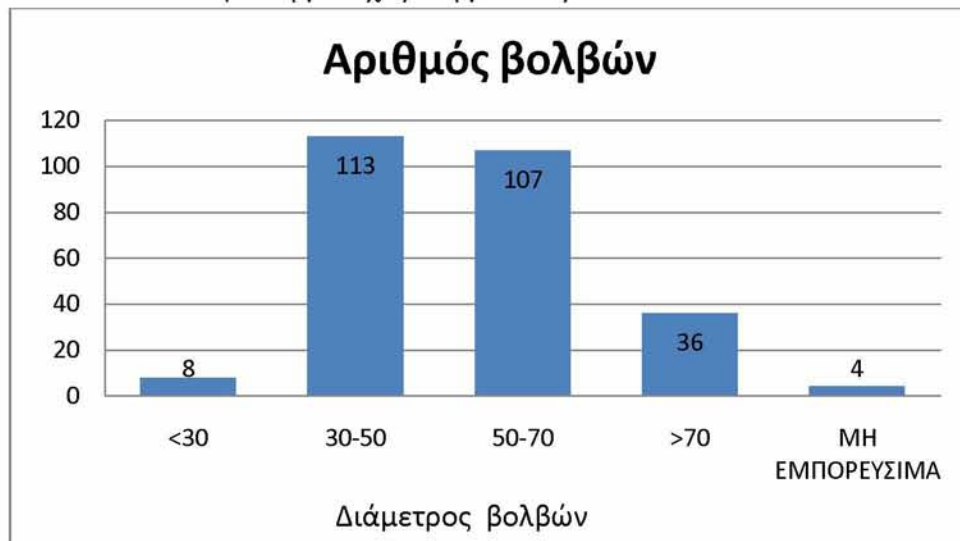
Στον Πίνακα 3.7 και στα ακόλουθα Σχήματα 3.31 έως 3.35 καταγράφονται οι μετρήσεις που αφορούν στον αριθμό και ποσοστό των βολβών, στη διάμετρό τους, στο μέσο βάρος και στα κιλά βολβών ανά στρέμμα για την ποικιλία Βατικιώτικο μετά τη μεταχείριση με Κοπριά.

Καταγράφηκαν 8 βολβοί με διάμετρο μικρότερη των 30 mm, 113 βολβοί με διάμετρο 30-50 mm, 107 βολβοί με 50-70 mm και 36 με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm. Το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών αντιστοιχεί σε αυτούς με διάμετρο 30-50 mm. Μετρήθηκαν 4 μη εμπορεύσιμοι βολβοί.

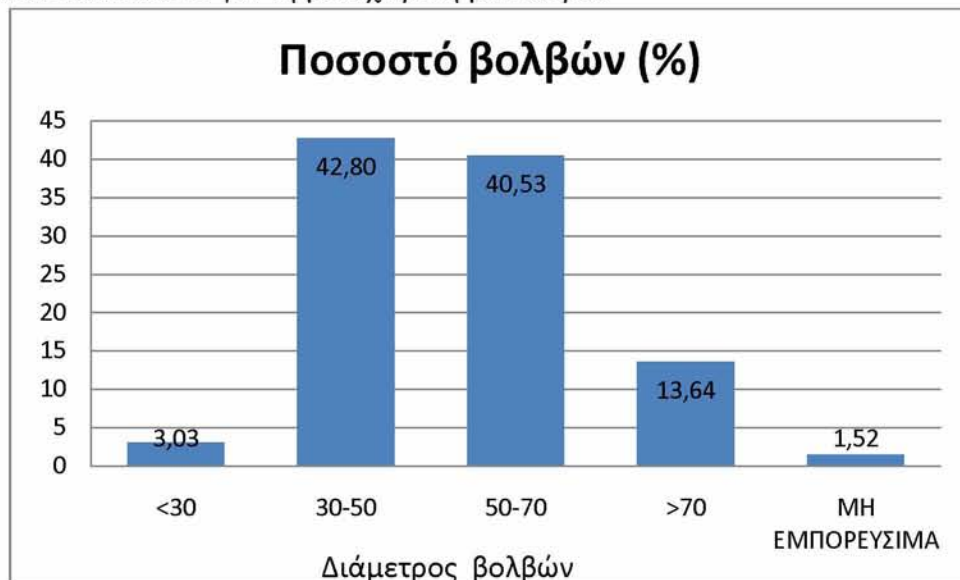
Η μεγαλύτερη τιμή μέσου βάρους αναφέρεται στους βολβούς διαμέτρου >70 mm. Το μέσο βάρος ακολουθεί πορεία φθίνουσα ανάλογη της διαμέτρου.

Όσον αφορά στα κιλά βολβών ανά στρέμμα, μετρήθηκαν 805 kg με διάμετρο 50-70 mm, 458,2 kg με διάμετρο 30-50 mm και 405,6 kg με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm.

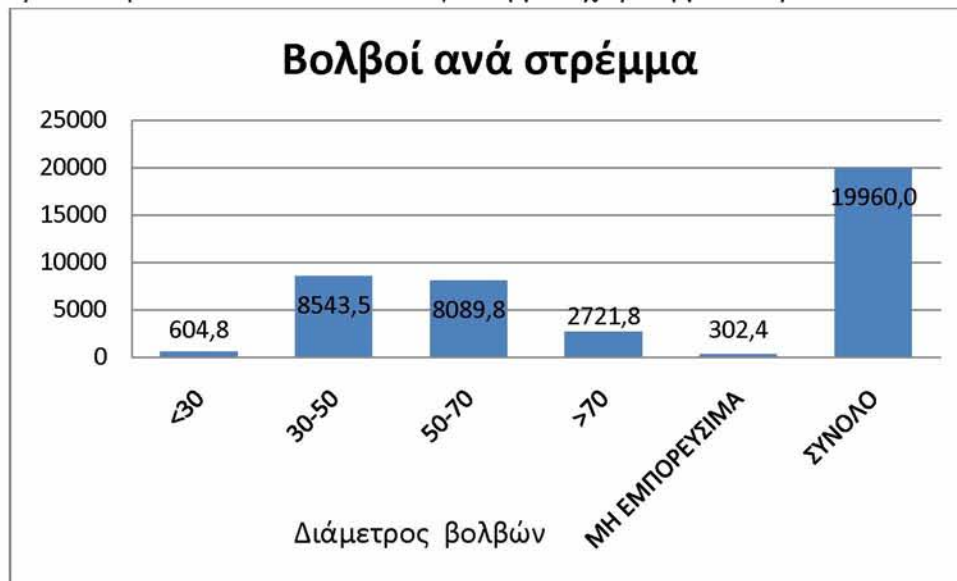
Σχήμα 3.31 Απεικόνιση αριθμού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Κοπριά.



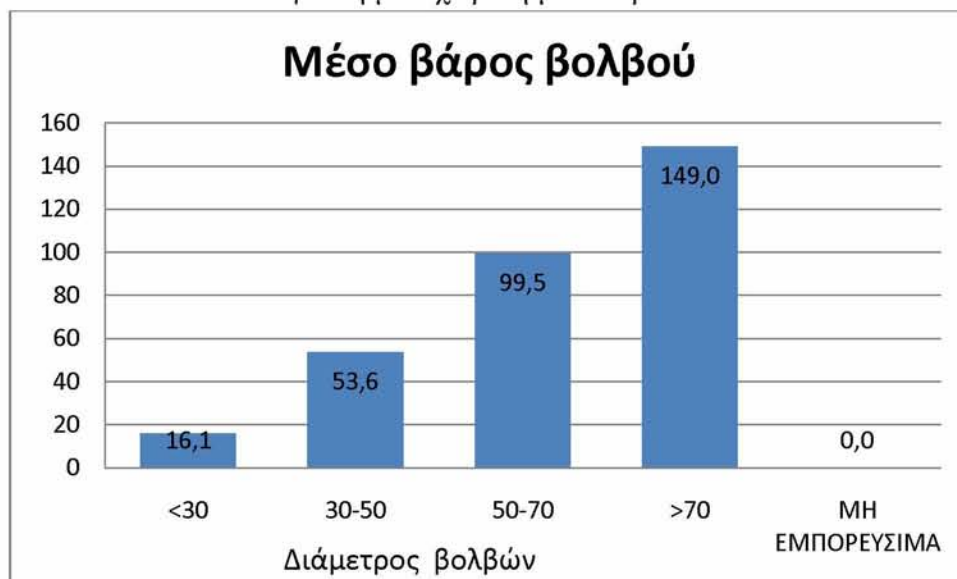
Σχήμα 3.32 Απεικόνιση ποσοστού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Κοπριά.



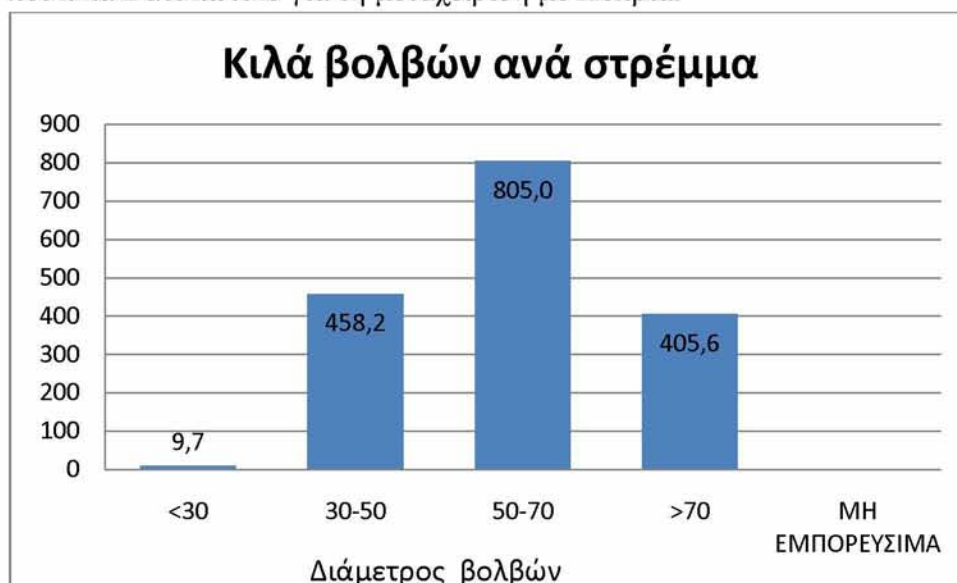
Σχήμα 3.33 Απεικόνιση αριθμού βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Κοπριά.



Σχήμα 3.34 Απεικόνιση μέσου βάρους βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Κοπριά.



Σχήμα 3.35 Απεικόνιση κιλών βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Κοπριά.



Πίνακας 3.8 Αριθμός βολβών, διάμετρος βολβών, μέσο βάρος, κιλά βολβών ανά στρέμμα της ποικιλίας Βατικιώτικο στη μεταχείριση με Λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης

Διάμετρος	Βολβοί	Ποσοστό	Βολβοί ανά στρέμμα	Μέσο βάρος	Κιλά ανά στρέμμα
<30	1	0,4	74,5	3,3	0,2
30-50	37	13,8	2755,7	51,9	143,0
50-70	132	49,3	9831,0	92,7	911,0
>70	98	36,6	7298,8	138,3	1009,2
Μη εμπορεύσιμα	4	1,5	297,9	0	0
Σύνολο	268	100	19960	103,5	2063,4

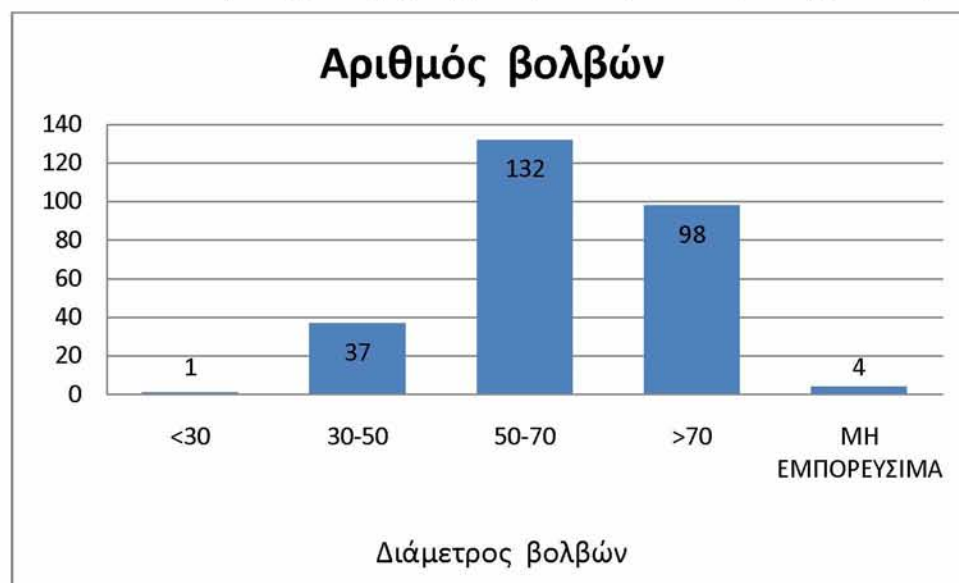
Στον Πίνακα 3.8 και στα ακόλουθα Σχήματα 3.36 έως 3.40 καταγράφονται οι μετρήσεις που αφορούν στον αριθμό και ποσοστό των βολβών, στη διάμετρό τους, στο μέσο βάρος και στα κιλά βολβών ανά στρέμμα για την ποικιλία Βατικιώτικο μετά τη μεταχείριση με λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης.

Καταγράφηκαν 1 βολβός με διάμετρο μικρότερη των 30 mm, 32 βολβοί με διάμετρο 30-50 mm, 132 βολβοί με 50-70 mm και 98 με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm. Το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών αντιστοιχεί σε αυτούς με διάμετρο 50-70 mm. Μετρήθηκαν 4 μη εμπορεύσιμοι βολβοί.

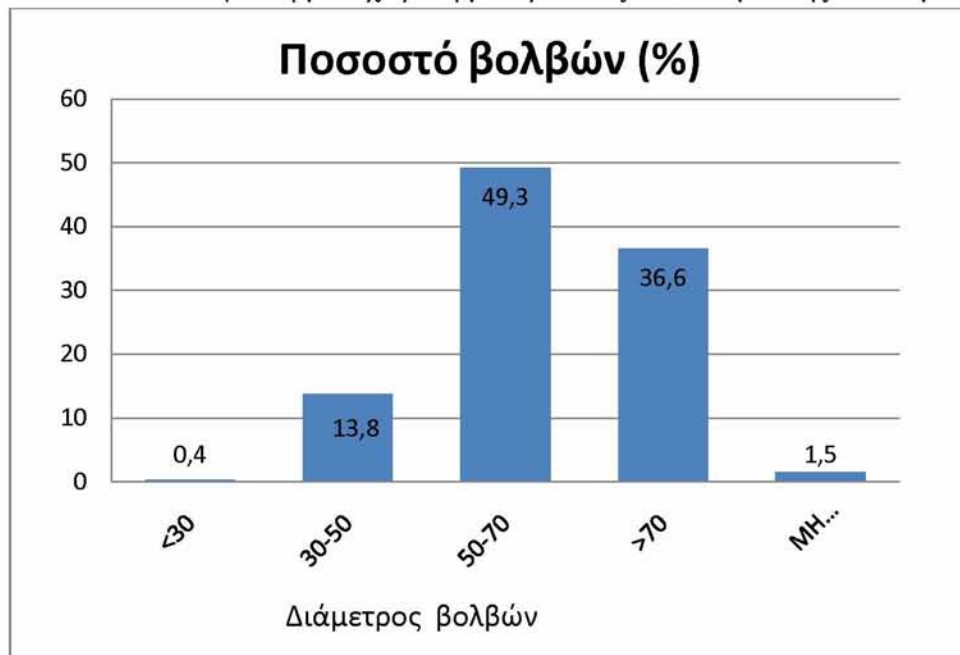
Η μεγαλύτερη τιμή μέσου βάρους αναφέρεται στους βολβούς διαμέτρου >70 mm. Το μέσο βάρος ακολουθεί πορεία φθίνουσα ανάλογη της διαμέτρου.

Όσον αφορά στα κιλά βολβών ανά στρέμμα, μετρήθηκαν 1009,2 kg με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm, 911 kg με διάμετρο 50-70 mm, 143 kg με διάμετρο 30-50 mm.

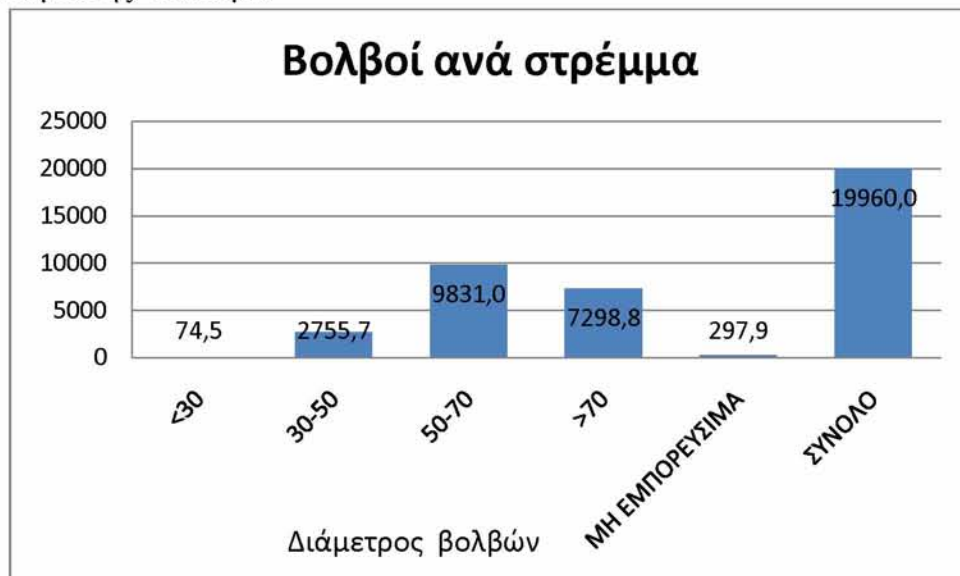
Σχήμα 3.36 Απεικόνιση αριθμού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Βραδείας Αποδέσμευσης Λίπασμα.



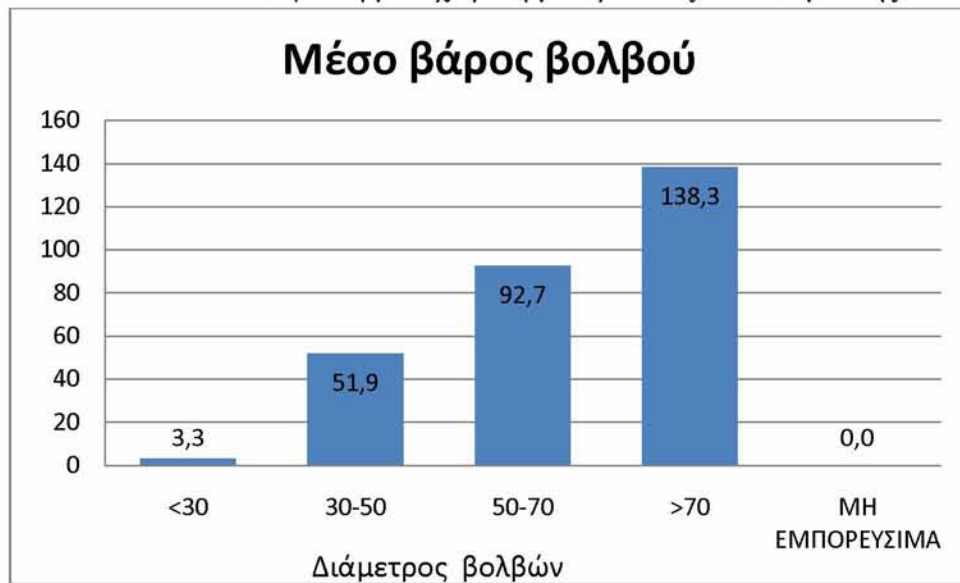
Σχήμα 3.37 Απεικόνιση ποσοστού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Βραδείας Αποδέσμευσης Λίπασμα.



Σχήμα 3.38 Απεικόνιση αριθμού βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Βραδείας Αποδέσμευσης Λίπασμα.



Σχήμα 3.39 Απεικόνιση μέσου βάρους βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Βραδείας Αποδέσμευσης Λίπασμα.



Σχήμα 3.40 Απεικόνιση κιλών βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Βραδείας Αποδέσμευσης Λίπασμα.



Πίνακας 3.9 Αριθμός βολβών, διάμετρος βολβών, μέσο βάρος, κιλά βολβών ανά στρέμμα της ποικιλίας Βατικιώτικο στη μεταχείριση με Λίπασμα

Διάμετρος	Βολβοί	Ποσοστό	Βολβοί ανά στρέμμα	Μέσο βάρος	Κιλά ανά στρέμμα
<30	1	0,4	71,5	2,8	0,2
30-50	46	16,5	3290,9	63,4	208,6
50-70	105	37,6	7511,8	99,8	750,0
>70	127	45,5	9085,7	160,2	1455,5
Μη εμπορεύσιμα	11	3,9	787,0	0	0
Σύνολο	279	100	19960	121,3	2414,4

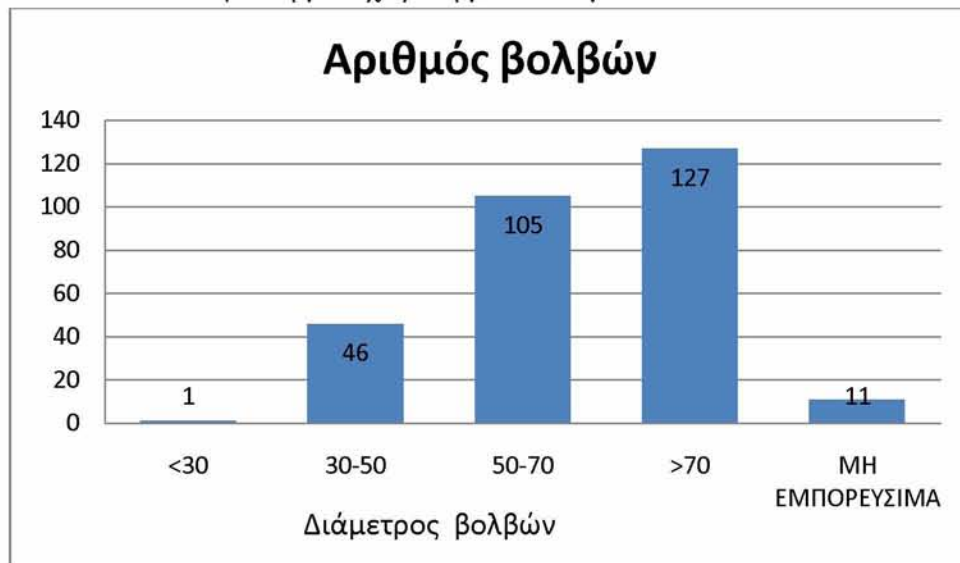
Στον Πίνακα 3.9 και στα ακόλουθα Σχήματα 3.41 έως 3.45 καταγράφονται οι μετρήσεις που αφορούν στον αριθμό και ποσοστό των βολβών, στη διάμετρό τους, στο μέσο βάρος και στα κιλά βολβών ανά στρέμμα για την ποικιλία Βατικιώτικο μετά τη μεταχείριση με συμβατικό λίπασμα.

Καταγράφηκαν 1 βολβός με διάμετρο μικρότερη των 30 mm, 46 βολβοί με διάμετρο 30-50 mm, 105 βολβοί με 50-70 mm και 127 με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm. Το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών αντιστοιχεί σε αυτούς με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm. Μετρήθηκαν 11 μη εμπορεύσιμοι βολβοί.

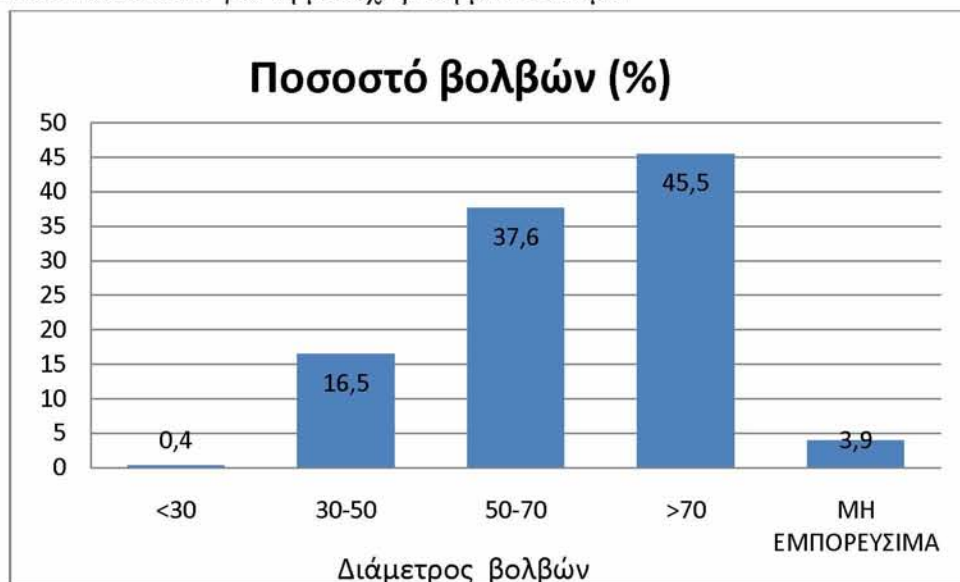
Η μεγαλύτερη τιμή μέσου βάρους αναφέρεται στους βολβούς διαμέτρου >70 mm. Το μέσο βάρος ακολουθεί πορεία φθίνουσα ανάλογη της διαμέτρου.

Όσον αφορά στα κιλά βολβών ανά στρέμμα, μετρήθηκαν 1455,5 kg με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm, 750 kg με διάμετρο 50-70 mm, 208,6 kg με διάμετρο 30-50 mm.

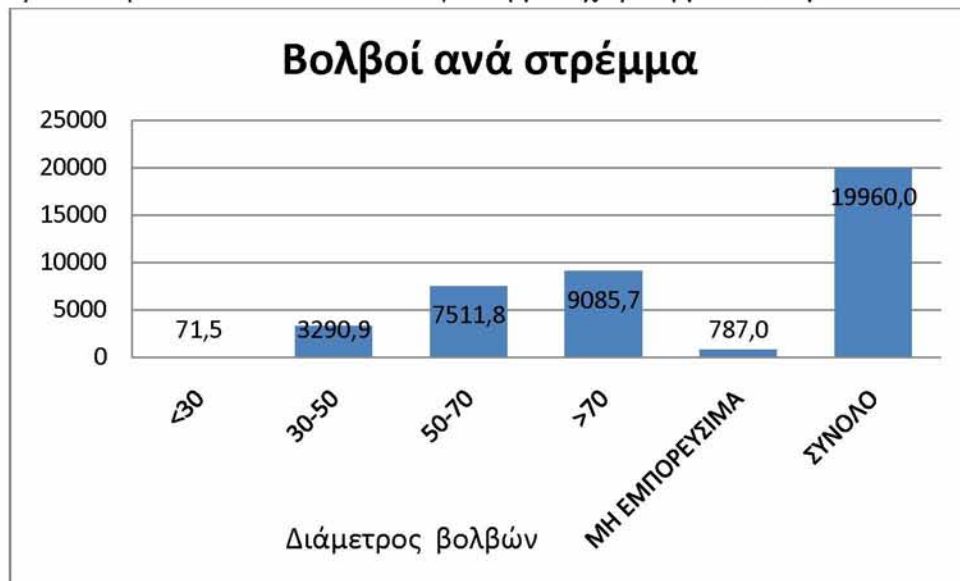
Σχήμα 3.41 Απεικόνιση αριθμού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Λίπασμα.



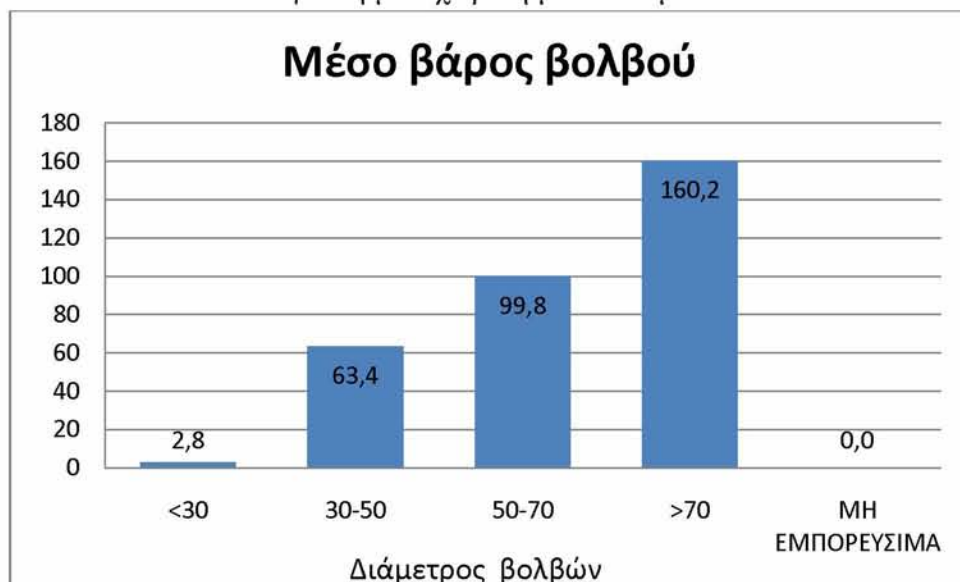
Σχήμα 3.42 Απεικόνιση ποσοστού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Λίπασμα.



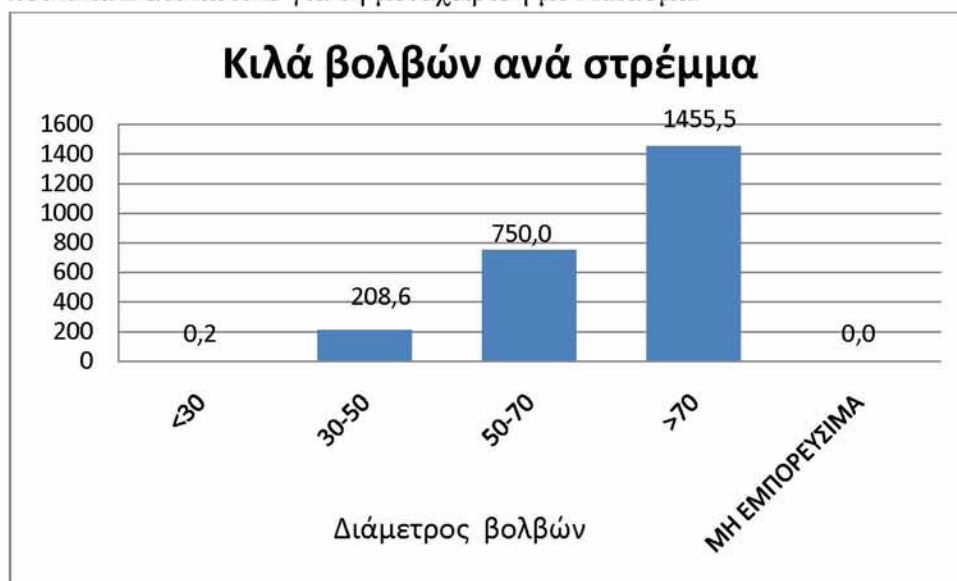
Σχήμα 3.43 Απεικόνιση αριθμού βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Λίπασμα.



Σχήμα 3.44 Απεικόνιση μέσου βάρους βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Λίπασμα.



Σχήμα 3.45 Απεικόνιση κιλών βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Λίπασμα.



Πίνακας 3.10 Αριθμός βολβών, διάμετρος βολβών, μέσο βάρος, κιλά βολβών ανά στρέμμα της ποικιλίας Βατικιώτικο στη μεταχείριση με Ζεόλιθο

Διάμετρος	Βολβοί	Ποσοστό	Βολβοί ανά στρέμμα	Μέσο βάρος	Κιλά ανά στρέμμα
<30	0	0	0	0	0
30-50	24	9,7	1939,4	61,1	118,6
50-70	113	45,7	9131,5	98,2	896,7
>70	110	44,5	8889,1	105,0	933,1
Μη εμπορεύσιμα	7	2,8	565,7	0	0
Σύνολο	247	100	19960	118,8	1948,4

Στον Πίνακα 3.10 και στα ακόλουθα Σχήματα 3.46 έως 3.50 καταγράφονται οι μετρήσεις που αφορούν στον αριθμό και ποσοστό των βολβών, στη διάμετρό τους, στο μέσο βάρος και στα κιλά βολβών ανά στρέμμα για την ποικιλία Βατικιώτικο μετά τη μεταχείριση με ζεόλιθο.

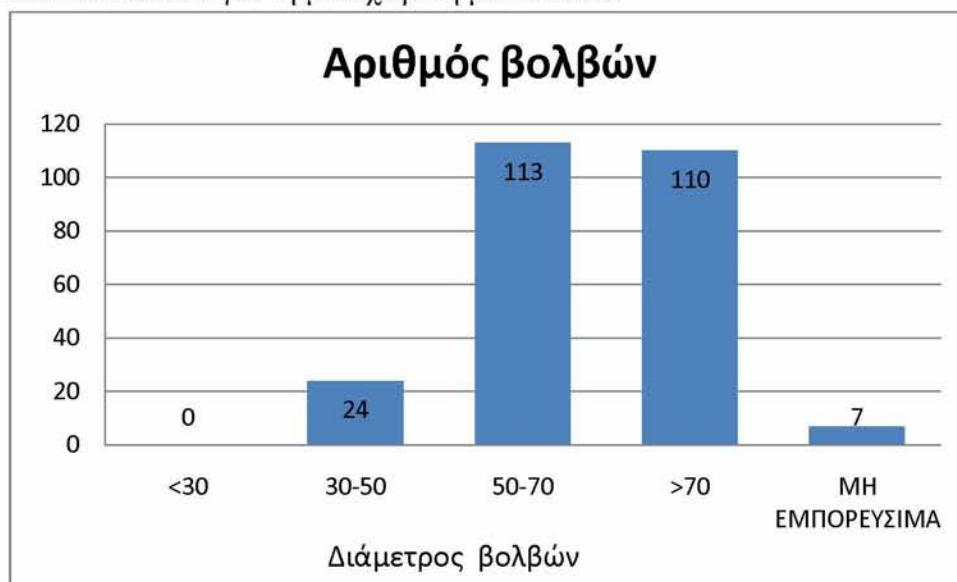
Δεν καταγράφηκαν βολβοί με διάμετρο μικρότερη των 30 mm. Μετρήθηκαν 24 βολβοί με διάμετρο 30-50 mm, 113 βολβοί με 50-70 mm και 110 με διάμετρο

μεγαλύτερη των 70 mm. Το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών αντιστοιχεί σε αυτούς με διάμετρο 50-70 mm. Μετρήθηκαν 7 μη εμπορεύσιμοι βολβοί.

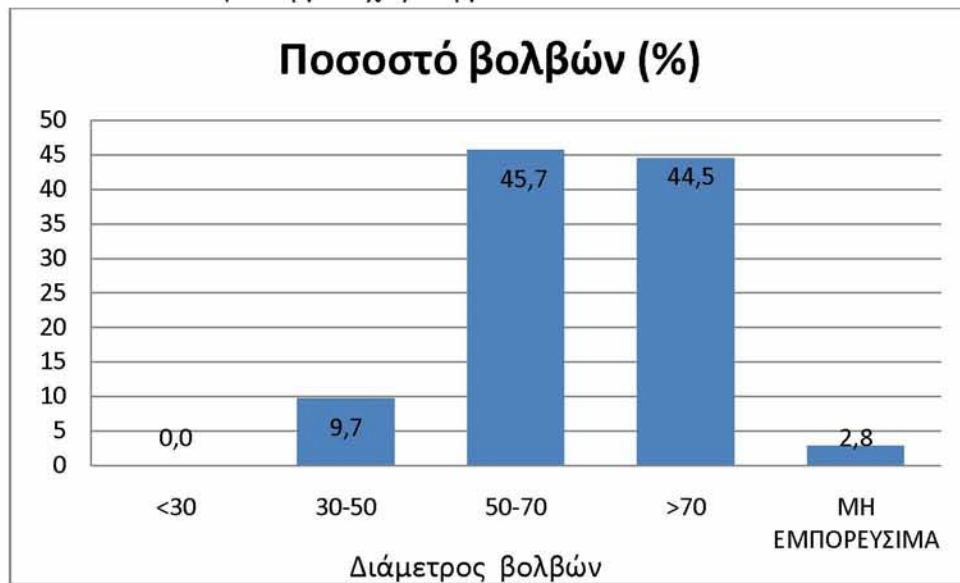
Η μεγαλύτερη τιμή μέσου βάρους αναφέρεται στους βολβούς διαμέτρου >70 mm. Το μέσο βάρος ακολουθεί πορεία φθίνουσα ανάλογη της διαμέτρου.

Όσον αφορά στα κιλά βολβών ανά στρέμμα, μετρήθηκαν 933,1 kg με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm, 896,7 kg με διάμετρο 50-70 mm, 118,6 kg με διάμετρο 30-50 mm.

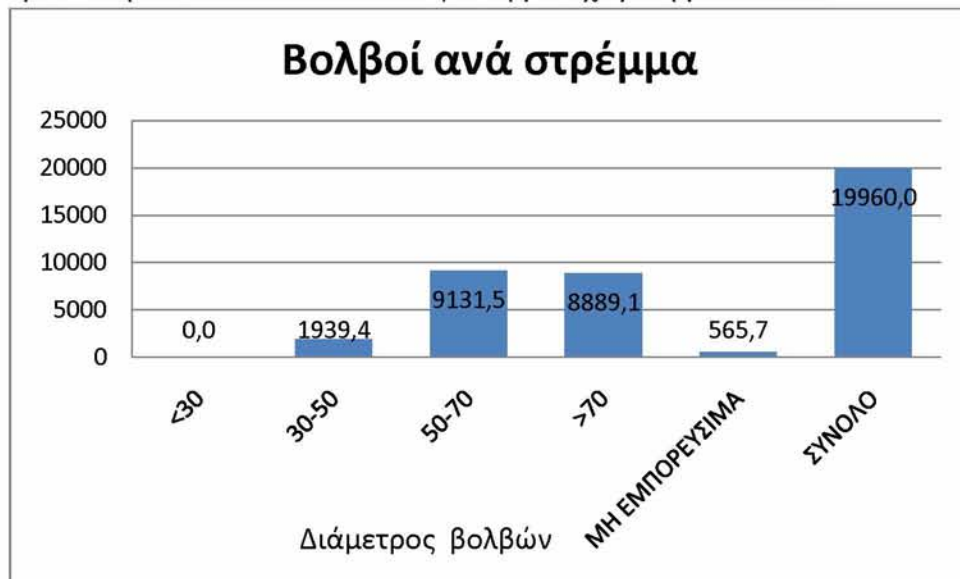
Σχήμα 3.46 Απεικόνιση αριθμού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Ζεόλιθο.



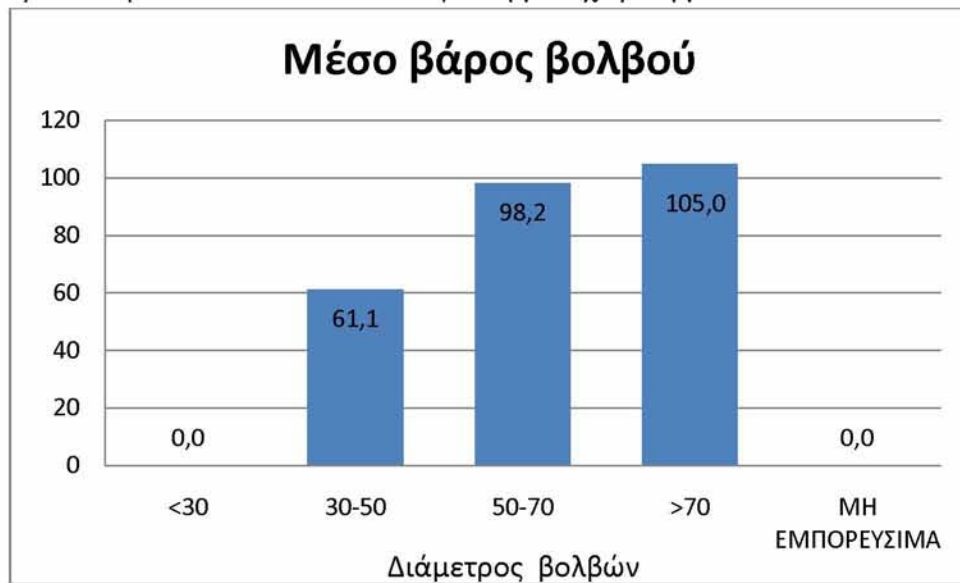
Σχήμα 3.47 Απεικόνιση ποσοστού βολβών στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Ζεόλιθο.



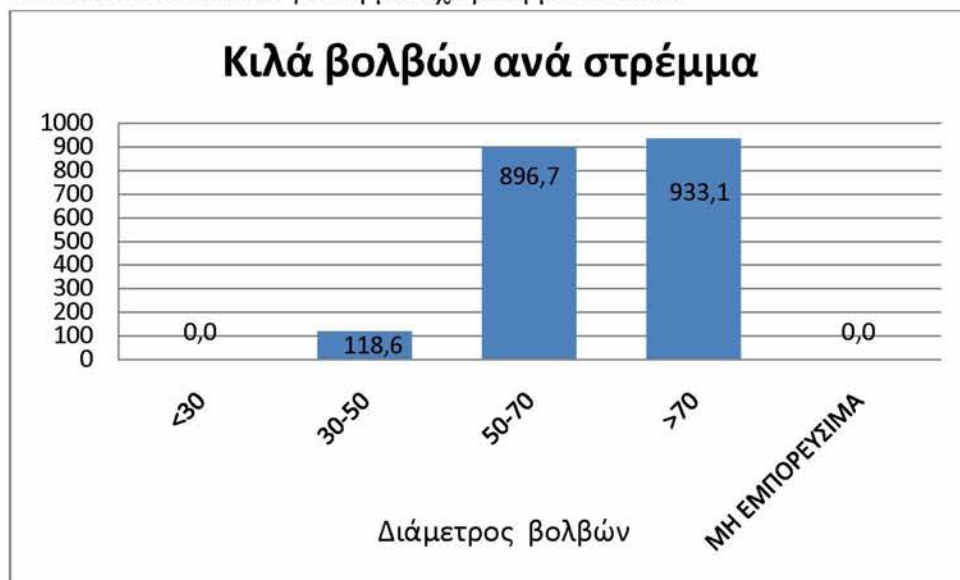
Σχήμα 3.48 Απεικόνιση αριθμού βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Ζεόλιθο.



Σχήμα 3.49 Απεικόνιση μέσου βάρους βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Ζεόλιθο.



Σχήμα 3.50 Απεικόνιση κιλών βολβών ανά στρέμμα στις πέντε κατηγορίες διαμέτρου στην ποικιλία Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με Ζεόλιθο.



Διάμετρος βολβού

Γα την ποικιλία Sturon, χωρίς τη χρήση λιπάσματος, δηλαδή χωρίς να γίνει κάποια παρέμβαση, η διάμετρος των βολβών ήταν <30 mm. Η χρήση κοπριάς έδωσε τιμή διαμέτρου 30-50 mm. Τιμές 50-70 mm παρουσιάστηκαν μετά από τη χρήση ζεόλιθου, ενώ τιμές >70 mm μετά τα χρήση λιπάσματος βραδείας αποδεσμεύσεως.

Όσον αφορά στο Βατικιώτικο, το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών με διάμετρο >70 mm παρουσιάστηκε με τη χρήση συμβατικού λιπάσματος.

Επίσης, στην ποικιλία Βατικιώτικο παρατηρήθηκαν και μη εμπορεύσιμοι βολβοί, με το μικρότερο ποσοστό να εμφανίζεται στο μάρτυρα και το μεγαλύτερο στο συμβατικό λίπασμα.

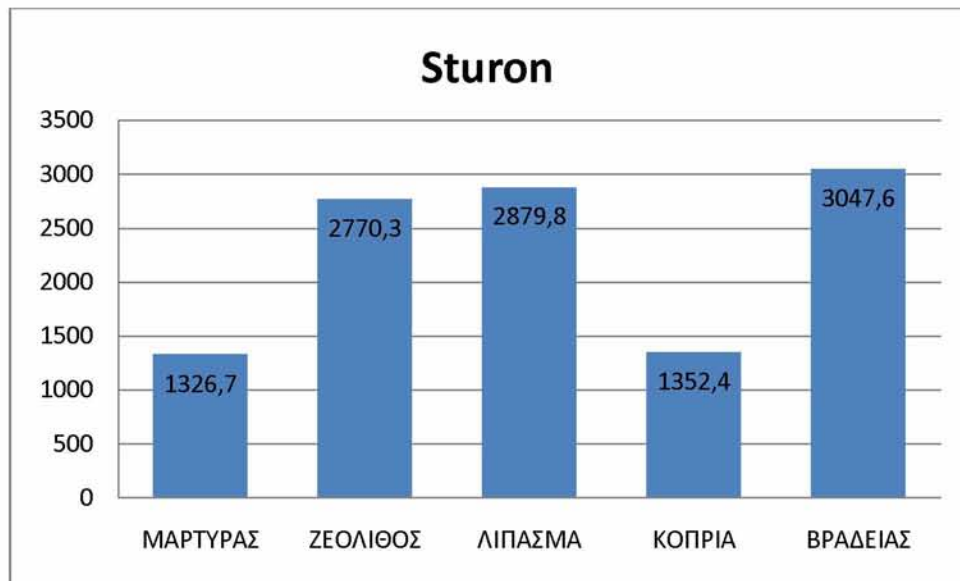
3.3 Σύγκριση της απόδοσης των δύο ποικιλιών Sturon και Βατικιώτικο

Πίνακας 3.11 Συνολική απόδοση ανά ποικιλία και μεταχείριση (kg ανά στρέμμα).

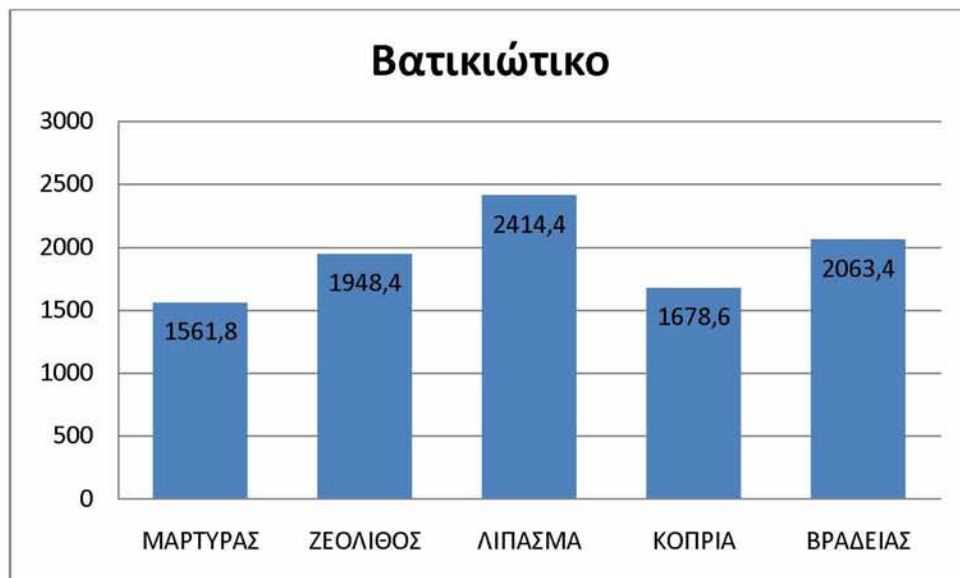
Μεταχειρίσεις	Ποικιλία	
	STURON	ΒΑΤΙΚΙΩΤΙΚΟ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1326,7 ^{β(α)}	1561,8 ^{β(α)}
ΖΕΟΛΙΘΟΣ	2770,3 ^{α(α)}	1948,4 ^{αβ(β)}
ΛΙΠΑΣΜΑ	2879,8 ^{α(α)}	2414,4 ^{αβ(β)}
ΚΟΠΡΙΑ	1352,4 ^{β(α)}	1678,6 ^{β(α)}
ΒΡΑΔΕΙΑΣ	3047,6 ^{α(α)}	2063,4 ^{αβ(β)}
ΕΣΔ (P.05)	455,8	682,75

(Οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα και για την ίδια στήλη καθώς και αυτά εντός παρένθεσης και για την ίδια γραμμή, δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα με το T-test και σε επίπεδο σημαντικότητας 5%).

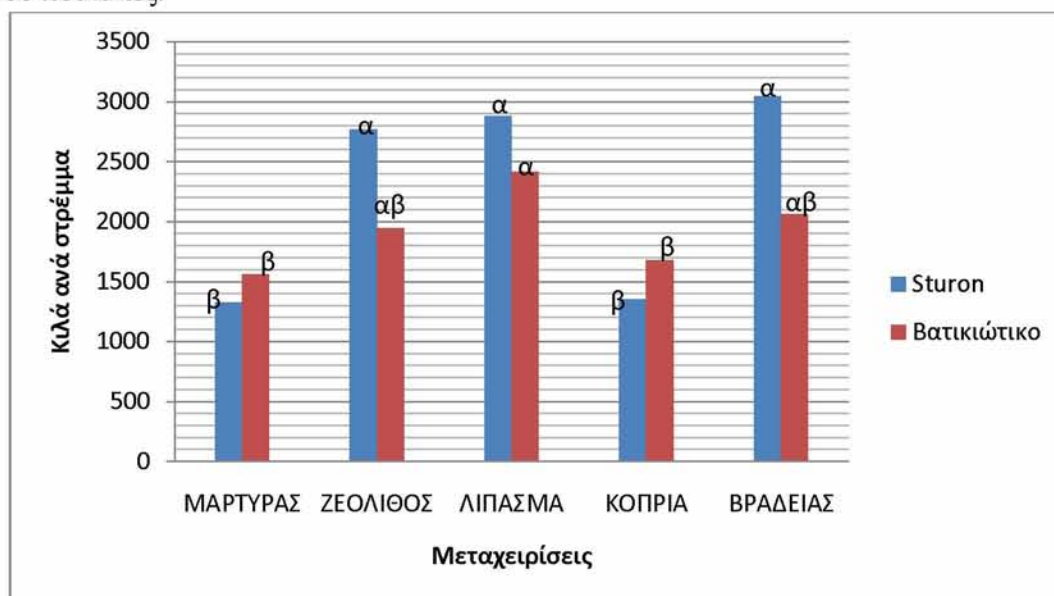
Σχήμα 3.51 Απεικόνιση συνολικών κιλών ανά στρέμμα για κάθε μεταχείριση στην ποικιλία Sturon.



Σχήμα 3.52 Απεικόνιση συνολικών κιλών ανά στρέμμα για κάθε μεταχείριση στην ποικιλία Βατικιώτικο.



Σχήμα 3.53 Απεικόνιση συνολικών κιλών ανά στρέμμα για κάθε μεταχείριση και στις δύο ποικιλίες.



Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.11 και στα Σχήματα, παρατηρούνται διαφορές όσον αφορά στην απόδοση των βολβών σε κιλά ανά στρέμμα ανάμεσα στις δύο ποικιλίες κρεμμυδιού και με βάση τη μεταχείριση.

Στην ποικιλία Sturon για τη μεταχείριση με Λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης παρατηρείται η μέγιστη τιμή, 3047,6 κιλά ανά στρέμμα. Ακολουθεί η μεταχείριση με λίπασμα και ζεόλιθο αντίστοιχα. Οι τρεις μεταχειρίσεις όπου έγινε χρήση λιπάσματος δεν παρουσιάζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές. Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάζονται μεταξύ του μάρτυρα και της μεταχείρισης με κοπριά. Για το μάρτυρα παρατηρήθηκε η μικρότερη τιμή 1326,7 κιλά ανά στρέμμα.

Όσον αφορά στην ποικιλία Βατικιώτικο οι τρεις μεταχειρίσεις όπου έγινε χρήση λιπάσματος δεν παρουσιάζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές. Η μικρότερη τιμή παρατηρείται στο μάρτυρα, με 1561,8 κιλά ανά στρέμμα. Στην περίπτωση του βατικιώτικου η μεγαλύτερη απόδοση αποδίδεται στη μεταχείριση με συμβατικό λίπασμα 2414,4 κιλά ανά στρέμμα και ακολουθεί το λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης.

Συγκρίνοντας, τις δύο ποικιλίες παρατηρείται θετικότερη επίδραση της λίπανσης βραδείας αποδέσμευσης και του ζεόλιθου στην ποικιλία Sturon. Ωστόσο, η συγκεκριμένη ποικιλία είναι πιο ευαίσθητη στη μειωμένη χορήγηση αζωτούχων λιπασμάτων σε σχέση με την ποικιλία Βατικιώτικο, η οποία στην ουσία αποτελεί

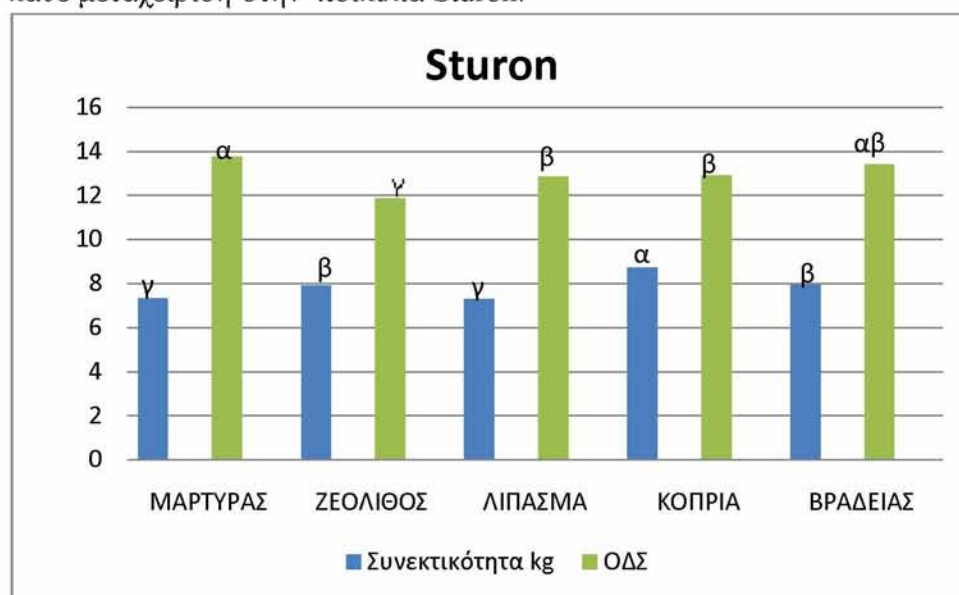
τοπικό πληθυσμό. Η συγκεκριμένη συμπεριφορά επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι στο Βατικιώτικο κρεμμύδι παρατηρείται αυξημένο ποσοστό βολβών διαμέτρου 50-70 και >70 mm, σε σχέση με την ποικιλία Sturon, ακόμη και στις μεταχειρίσεις όπου δεν έγινε χορήγηση λιπασμάτων (μάρτυρας, κοπριά). Επομένως, το Βατικιώτικο κρεμμύδι θα μπορούσε να αποτελέσει ιδανική επιλογή για καλλιέργεια με μειωμένες εισροές.

3.4 Συνεκτικότητα και ολικά διαλυτά σάκχαρα των δύο ποικιλιών Sturon και Βατικιώτικο

Πίνακας 3.12. Συνεκτικότητα (σε kg), ολικά διαλυτά στερεά (ΟΔΣ, σε Brix°) και περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία (%) της ποικιλίας STURON

	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΖΕΟΛΙΘΟΣ	ΛΙΠΑΣΜΑ	ΚΟΠΡΙΑ	ΒΡΑΔΕΙΑΣ
Συνεκτικότητα kg	7,33γ	7,90β	7,30γ	8,72α	7,93β
Ολικά διαλυτά στερεά	13,75α	11,87γ	12,85β	12,91β	13,41αβ
%Ξηρής ουσίας	13,88α	13,71α	13,46α	12,68β	12,69β

Γράφημα 3.54 Απεικόνιση συνεκτικότητας και ολικών διαλυτών στερεών (ΟΔΣ) για κάθε μεταχείριση στην ποικιλία Sturon.



Από τον Πίνακα 3.12 και το Σχήμα 3.54 παρατηρείται πως τόσο η συνεκτικότητα όσο και η ποσότητα των ολικών διαλυτών στερεών στη Sturon δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ανάλογα με τη μεταχείριση.

Η καλύτερη τιμή για τη συνεκτικότητα αντιστοιχεί στη μεταχείριση με κοπριά. Ακολουθούν οι μεταχειρίσεις με λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης και ζεόλιθου, μεταξύ των οποίων δεν παρατηρείται σημαντική στατιστική διαφορά. Μεταξύ του μάρτυρα και του συμβατικού λιπάσματος, επίσης, δεν παρουσιάζονται σημαντικές στατιστικές διαφορές. Για αυτές τις δύο μεταχειρίσεις καταγράφεται η χαμηλότερη τιμή στη συνεκτικότητα.

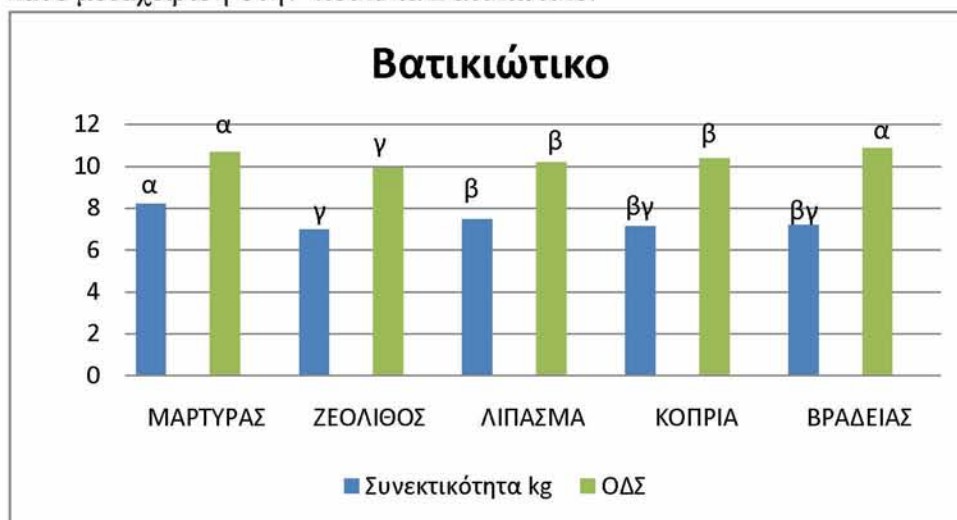
Για τα ολικά διαλυτά στερεά η μεγαλύτερη τιμή καταγράφηκε για το μάρτυρα. Ακολουθούν οι μεταχειρίσεις για το βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα, την κοπριά και το συμβατικό λίπασμα αντίστοιχα. Μεταξύ των τριών αυτών μεταχειρίσεων δεν εμφανίζεται στατιστική διαφορά. Στο ζεόλιθο αντιστοιχεί η μικρότερη τιμή.

Η ποικιλία Sturon έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία για το μάρτυρα. Ο μάρτυρας καθώς και οι μεταχειρίσεις για το ζεόλιθο και το συμβατικό λίπασμα δε διαφέρουν σημαντικά. Ακολουθούν οι μεταχειρίσεις για βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα και κοπριά, διαδοχικά.

Πίνακας 3.13. Συνεκτικότητα (σε kg), ολικά διαλυτά στερεά (ΟΔΣ, σε Brix°) και περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία (%) της ποικιλίας Βατικιώτικο

	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΖΕΟΛΙΘΟΣ	ΛΙΠΑΣΜΑ	ΚΟΠΡΙΑ	ΒΡΑΔΕΙΑΣ
Συνεκτικότητα kg	8,22 α	6,99 γ	7,47 β	7,14 $\beta\gamma$	7,21 $\beta\gamma$
Ολικά διαλυτά στερεά	10,68 α	9,93 γ	10,21 β	10,36 β	10,87 α
%Ξηρής ουσίας	11,41 α	11,07 β	10,97 β	11,08 β	11,16 β

Σχήμα 3.55 Απεικόνιση συνεκτικότητας και ολικών διαλυτών στερεών (ΟΔΣ) για κάθε μεταχείριση στην ποικιλία Βατικιώτικο.



Από τον Πίνακα 3.13 και το Σχήμα 3.55 παρατηρείται πως η καλύτερη τιμή για τη συνεκτικότητα στο Βατικιώτικο αντιστοιχεί στο μάρτυρα. Ακολουθούν οι μεταχειρίσεις για συμβατικό λίπασμα, λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης και κοπριά, οι οποίες δε διαφέρουν στατιστικά. Η μικρότερη τιμή καταγράφηκε για το ζεόλιθο.

Για τα ολικά διαλυτά στερεά, η καλύτερη τιμή αντιστοιχεί στο βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα, το οποίο δε διαφέρει σημαντικά από το αποτέλεσμα του μάρτυρα. Ακολουθούν διαδοχικά οι μεταχειρίσεις με κοπριά και συμβατικό λίπασμα. Οι δύο αυτές μεταχειρίσεις δε διαφέρουν σημαντικά. Για το ζεόλιθο καταγράφηκε η μικρότερη τιμή.

Το Βατικιώτικο έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία για το μάρτυρα. Ακολουθούν οι μεταχειρίσεις με βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα, κοπριά, ζεόλιθο και λίπασμα αντίστοιχα. Για τις τέσσερις μεταχειρίσεις δεν παρατηρείται στατιστική σημαντική διαφορά.

3.5 Ανόργανα θρεπτικά συστατικά στις δύο ποικιλίες κρεμμυδιού

Πίνακας 3.14 Σύσταση σε ανόργανα θρεπτικά συστατικά στις πέντε μεταχειρίσεις στους δύο γονότυπους κρεμμυδιού (mg ανά 100gr υποψύ βάρους)

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	K	Na	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn
Βατικιώτικο	Μάρτυρας	143,7± 4,6δ	10,6± 0,5α	112,2± 11,5γ	13,8± 0,9δ	0,33± 0,09γ	1,21± 0,05β	0,199± 0,007γ
Βατικιώτικο	Κοπριά	225,4± 3,4α	7,7±0 ,5β	146,1± 3,5β	17,2± 0,7γ	0,35± 0,06α	1,36± 0,04α	0,386± 0,008α

						β	β	
Βατικιώτικο	Ζεόλιθος	170,6± 6,6βγ	4,9±0 ,7γ	167,2± 9,0α	17,5± 1,6γ	0,36± 0,06α	1,53± 0,16α	0,200± 0,024γ
Βατικιώτικο	Λίπασμα	162,3± 10,0γ	7,2±0 ,8β	167,4± 9,1α	22,8± 1,0α	0,36± 0,01α β	1,50± 0,03α	0,215± 0,006γ
Βατικιώτικο	Βραδείας	175,6± 6,6β	7,3±0 ,3β	150,9± 4,4β	20,6± 1,3β	0,34± 0,04β	1,40± 0,11α	0,257± 0,023β
ΕΣΔ		11,2	1,1	14,7	2,1	0,02	0,17	0,029
Sturon	Μάρτυρας	226,7± 7,0γ	11,1± 0,5β	154,8± 6,1β	19,5± 0,9β	0,39± 0,003 γδ	1,42± 0,01γ	0,241± 0,025δ
Sturon	Κοπριά	262,8± 11,4β	11,9± 1,1β	186,0± 11,0α	19,1± 3,1β	0,37± 0,006 δ	1,36± 0,13γ	0,289± 0,030γδ
Sturon	Ζεόλιθος	271,4± 7,2αβ	11,4± 0,4β	191,4± 5,7α	21,7± 2,9αβ	0,46± 0,013 α	1,93± 0,06α	0,349± 0,012β
Sturon	Λίπασμα	278,2± 3,1α	16,6± 1,6α	147,5± 22,2β	23,7± 2,0α	0,43± 0,011 β	1,63± 0,16β	0,407± 0,033α
Sturon	Βραδείας	222,5± 2,9γ	7,8±0 ,4γ	195,3± 12,7α	21,4± 1,1αβ	0,40± 0,007 γ	1,35± 0,05γ	0,331± 0,036βγ
ΕΣΔ		12,9	1,7	23,7	4,0	0,02	0,18	0,052
Γονότυπος x Μεταχείριση	Μάρτυρας	*	ΜΣ	*	*	*	*	ΜΣ
	Κοπριά	*	*	*	ΜΣ	*	ΜΣ	*
	Ζεόλιθος	*	*	*	ΜΣ	*	*	*
	Λίπασμα	*	*	ΜΣ	ΜΣ	*	ΜΣ	*
	Βραδείας	*	ΜΣ	*	ΜΣ	*	ΜΣ	*

(Τα γράμματα αφορούν στη σύγκριση των μέσων της ίδιας στήλης για την κάθε ποικιλία.

*: υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά.

ΜΣ: υποδηλώνει μη στατιστικώς σημαντική διαφορά).

Κάλιο: Η κοπριά έχει περισσότερο κάλιο στο Βατικιώτικο σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις. Η ποικιλία Sturon, σε όλες τις μεταχειρίσεις έχει περισσότερο κάλιο από το Βατικιώτικο, με μέγιστη τιμή για το συμβατικό λίπασμα.

Νάτριο: Στο Βατικιώτικο, για το μάρτυρα μετρήθηκε η μεγαλύτερη ποσότητα νατρίου από όλες τις μεταχειρίσεις. Στην ποικιλία Sturon, για τις μεταχειρίσεις με κοπριά, ζεόλιθο και συμβατικό λίπασμα μετρήθηκε περισσότερο νάτριο από το Βατικιώτικο με μέγιστη τιμή για το συμβατικό λίπασμα. Για το μάρτυρα και το βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα οι δύο ποικιλίες δεν παρουσιάζουν διαφορές.

Ασβέστιο: Στο Βατικιώτικο, ο ζεόλιθος έχει τη μεγαλύτερη τιμή ασβεστίου, όπως και στο Sturon. Ωστόσο, η συγκέντρωση ασβεστίου είναι μεγαλύτερη στο Sturon για τη μεταχείριση με ζεόλιθο, κοπριά και λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης. Μεταξύ των δύο ποικιλιών δεν παρατηρούνται διαφορές για τη μεταχείριση με συμβατικό λίπασμα.

Μαγνήσιο: Όσον αφορά στο μαγνήσιο, οι δύο ποικιλίες παρουσιάζουν στατιστικές διαφορές μόνο ως προς το μάρτυρα. Στη μεταχείριση με λίπασμα μετρήθηκε και για τις δυο ποικιλίες περισσότερο μαγνήσιο.

Μαγγάνιο: Στο Βατικιώτικο, ο ζεόλιθος παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή από όλες τις μεταχειρίσεις. Στην ποικιλία Sturon, σε όλες τις μεταχειρίσεις η ποσότητα μαγγανίου είναι μεγαλύτερη από το Βατικιώτικο, με μέγιστη τιμή, επίσης για το ζεόλιθο.

Σίδηρος: Οι δύο ποικιλίες για τις μεταχειρίσεις με κοπριά, συμβατικό λίπασμα και λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης δεν παρουσιάζουν διαφορές για τη σύσταση σε σίδηρο. Για το Βατικιώτικο, η μέγιστη τιμή μετρήθηκε στο ζεόλιθο, ομοίως και το Sturon.

Ψευδάργυρος: Οι δυο ποικιλίες δε διαφέρουν μόνο ως προς το μάρτυρα. Για το Βατικιώτικο, η κοπριά παρουσίασε περισσότερο ψευδάργυρο από τις άλλες μεταχειρίσεις. Στην ποικιλία Sturon περισσότερο λίπασμα μετρήθηκε για το συμβατικό λίπασμα. Η μεταχείριση με κοπριά είναι πιο αποδοτική για το Βατικιώτικο ως προς τον ψευδάργυρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το κρεμμύδι *Allium cepa* αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες καλλιέργειες για πολλές χώρες παγκοσμίως. Αναγκαίο για την ανάπτυξη του κρεμμυδιού είναι το άζωτο, το οποίο αποτελεί συστατικό των λιπασμάτων σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Μέχρι πρόσφατα επικρατούσε η άποψη πως όσο υψηλότερη η συγκέντρωση αζώτου που χορηγείται, τόσο καλύτερη η απόδοση των βολβών. Ωστόσο, όπως προαναφέρθηκε τα υπερβολικά επίπεδα αζώτου αποτυγχάνουν να προκαλέσουν αύξηση στην απόδοση των βολβών και είναι πιθανό να προκαλέσουν και αλλαγή στη γεύση του βολβού. Στον αντίποδα, η έλλειψη αζώτου οδηγεί σε χαμηλότερες αποδόσεις και επιτάχυνση της ωρίμανσης του βολβού. Διαλυτές μορφές αζώτου, ελεγχόμενης αποδέσμευσης λιπάσματα καθώς και τρόποι βιολογικής λίπανσης χρησιμοποιούνται σε πειραματικό στάδιο και μελετούνται με σκοπό τη βέλτιστη αξιοποίηση τους από τις καλλιέργειες κρεμμυδιού για τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση.

Στα πλαίσια αυτής της ευρύτερης έρευνας, στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της συμβατικής λίπανσης, της λίπανσης βραδείας αποδέσμευσης, του ζεόλιθου και της κοπριάς στην απόδοση και ποιότητα δύο γονοτύπων κρεμμυδιού, της ποικιλίας Sturon και Βατικιώτικο. Εξετάστηκαν τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των κρεμμυδιών, τα οποία ήταν η διάμετρος του βολβού, η συνεκτικότητα, τα ολικά διαλυτά σάκχαρα και τα κιλά βολβών ανά στρέμμα καλλιέργειας, με σκοπό να παρατηρηθεί εάν οι διαφορετικές μεταχειρίσεις λίπανσης επηρεάζουν την απόδοση και την ποιότητα των βολβών.

Η επίδραση με λίπασμα συμπεραίνεται ότι παρουσίασε καλύτερη απόδοση στην καλλιέργεια βολβών και στις δύο ποικιλίες. Στην ποικιλία Βατικιώτικο, η μεταχείριση με συμβατικό λίπασμα οδήγησε στην ανάπτυξη βολβών με διάμετρο μεγαλύτερη των 70 mm, ενώ στη Sturon το ανάλογο αποτέλεσμα είχε η χρήση βραδείας αποδέσμευσης λιπάσματος. Η αύξηση της διαμέτρου του βολβού μετά τη χρήση λιπάσματος έχει καταγεγραμμένη στη βιβλιογραφία. Οι Nasreen *et al.* (2007), όπως προαναφέρθηκε στην παρούσα εργασία, παρατήρησαν σημαντική αύξηση στη διάμετρο του βολβού μετά τη χορήγηση αζωτούχου λιπάσματος. Η διάμετρος των βολβών σχετίζεται θετικά με τη συνολική απόδοση των βολβών των κρεμμυδιών

προτείνοντας ότι το αυξημένο μέγεθος του βολβού αποτελεί βασικό στοιχείο για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής κρεμμυδιού.

Επιπλέον, συμπεραίνεται η θετική επίδραση των αζωτούχων λιπασμάτων στην απόδοση των βολβών που παράχθηκαν ανά στρέμμα καλλιέργειας. Στην ποικιλία Sturon, η επέμβαση με λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης απέδωσε τη μέγιστη τιμή, 3047,6 κιλά ανά στρέμμα. Ακολουθούν η επέμβαση με λίπασμα και ζεόλιθο, αντίστοιχα. Ωστόσο, οι τρεις μεταχειρίσεις δεν παρουσιάζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές.

Όσον αφορά στην ποικιλία Βατικιώτικο οι πέντε μεταχειρίσεις δεν παρουσιάζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές. Η μικρότερη τιμή παρατηρείται στο μάρτυρα και η μεγαλύτερη απόδοση αποδίδεται στη μεταχείριση με συμβατικό λίπασμα 2414,4 κιλά ανά στρέμμα και ακολουθεί το λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης.

Η επέμβαση με ζεόλιθο επηρέασε θετικά τα παραγόμενα κιλά βολβών ανά στρέμμα και στις δυο ποικιλίες. Ιδιαίτερα, στη Sturon επηρέασε θετικά και τη διάμετρο των βολβών, καθώς βολβοί διαμέτρου 50-70mm καταγράφηκαν σε μεγαλύτερο ποσοστό μετά την επίδραση του ζεόλιθου. Η ικανότητα του ζεόλιθου να βελτιώνει την απόδοση του φυτού επιβεβαιώθηκε από προγενέστερες μελέτες (Azarpour *et al.*, 2011). Οι Azarpour *et al.* μέτρησαν την απόδοση σε σπόρο, τον αριθμό των σπόρων ανά φυτό και το βάρος των σπόρων και κατέληξαν ότι η μεμονωμένη εφαρμογή του ζεόλιθου είχε θετική επίδραση στην απόδοση του σπόρου και στα συστατικά του φυτού, ενώ η συνδυαστική του δράση με αζωτούχο λίπασμα επέδρασε θετικά μόνο στην απόδοση του σπόρου και όχι στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, με την απόδοση σπόρου να σημειώνει τη μέγιστη τιμή της.

Επίσης, μελετήθηκε η επίδραση της λίπανσης στη συνεκτικότητα, στα ολικά διαλυτά στερεά και στην περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία του κρεμμυδιού. Στην ποικιλία Sturon, η καλύτερη τιμή για τη συνεκτικότητα αντιστοιχεί στη μεταχείριση με κοπριά. Υψηλή συνεκτικότητα παρουσιάζουν και οι μεταχειρίσεις με λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης και ζεόλιθο, οι οποίες δεν παρουσιάζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ τους. Για τα ολικά διαλυτά στερεά η μεγαλύτερη τιμή αποδίδεται στο μάρτυρα και η χαμηλότερη στο ζεόλιθο. Οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις δε διαφέρουν μεταξύ τους. Η ποικιλία Sturon έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία για το μάρτυρα. Η απόδοση του μάρτυρα δε διαφέρει από αυτή του ζεόλιθου και του συμβατικού λιπάσματος.

Στο βατικιώτικο η συνεκτικότητα παρουσίασε την καλύτερη τιμή για το μάρτυρα και τη χαμηλότερη για το ζεόλιθο. Οι μεταχειρίσεις με συμβατικό λίπασμα, λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης και κοπριά δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Όσον αφορά στα ολικά διαλυτά στερεά, η υψηλότερη τιμή αποδίδεται στο βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα και η χαμηλότερη στο ζεόλιθο. Τέλος, το βατικιώτικο όπως και η ποικιλία Sturon έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία για το μάρτυρα. Οι αποδόσεις των άλλων μεταχειρίσεων δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

Μελετήθηκε, ακόμη, η επίδραση διαφορετικών μορφών λίπανσης και αζώτου στη συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe και Zn. Μεταξύ των δύο γονοτύπων παρατηρήθηκαν κάποιες διαφορές στη μέγιστη συγκέντρωση του K, του Na και του Zn συγκριτικά με τις μεταχειρίσεις. Στο Βατικιώτικο για τη μεταχείριση με κοπριά μετρήθηκε η μεγαλύτερη ποσότητα καλίου και ψευδαργύρου και για το μάρτυρα η μεγαλύτερη ποσότητα νατρίου. Αντίθετα, στην ποικιλία Sturon και για τις τρεις συγκεντρώσεις η μέγιστη καταγράφηκε για μεταχείριση με συμβατικό λίπασμα. Καις τους δυο γονοτύπους η μέγιστη ποσότητα μαγνησίου σημειώθηκε για το συμβατικό λίπασμα. Η μεταχείριση με ζεόλιθο απέδωσε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ασβέστιο, μαγγάνιο και σίδηρο και στους δύο γονότυπους.

Τα παραπάνω δεδομένα συμπίπτουν με προγενέστερες μελέτες όπου αποδείχτηκε η αύξηση των συγκεντρώσεων K, Zn και Mn μετά την εφαρμογή κοπριάς (Marzeh *et al.*, 2012). Οι Pino *et al.* (1996) και οι Bernardi *et al.* (2008) παρατήρησαν σε διαφορετικές καλλιέργειες μετά τη μεταχείριση με ζεόλιθο αυξημένες τιμές K, Fe, Zn, Ca, B, Mn.

Γενικά συμπεράσματα

Γίνεται αντιληπτό πως η επέμβαση με διαφορετικό λίπασμα επιδρά σημαντικά στη συνολική απόδοση και θρεπτική σύσταση του κρεμμυδιού και στους δύο γονότυπους. Όσον αφορά στην απόδοση, προτείνεται καταλληλότερη η επέμβαση με συμβατικό λίπασμα και λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης, λαμβάνοντας υπ' όψιν πως:

- Η συμβατική λίπανση απέδωσε τη μέγιστη τιμή κιλών κρεμμυδιού ανά στρέμμα για το Βατικιώτικο, με το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών διαμέτρου άνω των 70 mm. Δεδομένου ότι το Βατικιώτικο αποτελεί τοπικό πληθυσμό

χωρίς να έχει γίνει κάποια συστηματική προσπάθεια βελτίωσής του, είναι πιθανό να μην ανταποκρίνεται στις αυξημένες ποσότητες αζώτου που χορηγούνται μέσω λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης. Επιπλέον, ο συγκεκριμένος πληθυσμός είναι πιο πρώιμος σε σχέση με άλλες ποικιλίες και υβρίδια, γεγονός που επίσης καθορίζει τη συμπεριφορά του συγκεκριμένου γονότυπου στα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης.

- Αντιθέτως, το βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα απέδωσε τη μέγιστη τιμή κιλών κρεμμυδιού ανά στρέμμα για την ποικιλία Sturon, με το μεγαλύτερο ποσοστό βολβών διαμέτρου άνω των 70 mm.
- Η συνεκτικότητα του βολβού επηρεάστηκε θετικά στην ποικιλία Sturon από τη μεταχείριση με κοπριά, ενώ στο Βατικιώτικο η καλύτερη συνεκτικότητα καταγράφηκε για το μάρτυρα.
- Το βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα μείωσε στατιστικώς σημαντικά την περιεκτικότητα των βολβών σε ξηρή ουσία, χαρακτηριστικό που έχει ιδιαίτερη σημασία για την αποθήκευση των βολβών, καθώς βολβοί με αυξημένη περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία έχουν καλύτερη αποθηκευτική ικανότητα. Επομένως, τα συγκεκριμένα λιπάσματα θα πρέπει να εφαρμόζονται σε καλλιέργειες όπου το τελικό προϊόν προορίζεται για άμεση κατανάλωση και όχι για αποθήκευση.
- Η χορήγηση λιπασμάτων αύξησε σημαντικά την απόδοση μέσω της αύξησης της διαμέτρου των βολβών. Ωστόσο, η διάμετρος των βολβών αποτελεί σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό, καθώς τα μεγάλης διαμέτρου κρεμμύδια προτιμούνται από τη βιομηχανία μεταποίησης, ενώ αυτά με μικρότερη διάμετρο από τους οικιακούς καταναλωτές. Επομένως, οι παραγωγοί θα πρέπει να διαμορφώνουν το πρόγραμμα λίπανσης που εφαρμόζουν στην καλλιέργειά τους με βάση τον προορισμό του τελικού προϊόντος στην αγορά, π.χ. αυξημένη αζωτούχος λίπανση για προϊόν που προορίζεται για μεταποίηση, μειωμένη λίπανση για προϊόν που προορίζεται για οικιακούς καταναλωτές και αποθήκευση.

Τέλος, οι μεμονωμένες μεταχειρίσεις με ζεόλιθο, κοπριά και συμβατικό λίπασμα προτείνονται για την καλύτερη θρεπτική σύσταση των κρεμμυδιών και των δύο γονοτύπων, εστιάζοντας στα εξής αποτελέσματα:

- Για τη μεταχείριση με κοπριά μετρήθηκε η μεγαλύτερη ποσότητα K (καλίου) και Zn (ψευδαργύρου) στο Βατικιώτικο.
- Για τη μεταχείριση με ζεόλιθο καταγράφηκαν στο Βατικιώτικο οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε Mn (μαγγάνιο) και Fe (σίδηρο), και στην ποικιλία Sturon σε Ca (ασβέστιο), Mn και Fe.
- Για την μεταχείριση με συμβατικό λίπασμα μετρήθηκε στο Βατικιώτικο η μέγιστη ποσότητα Mg (μαγνησίου) και στην ποικιλία Sturon οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις K, Na , Mg και Zn.

Συμπερασματικά, στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε πως η εφαρμογή λίπανσης βελτιώνει την απόδοση, την ποιότητα και τη θρεπτική σύσταση των κρεμμυδιών και των δύο γονοτύπων. Περαιτέρω μελέτη για τη συνδυαστική χρήση ζεόλιθου και αζωτούχων λιπασμάτων είναι αναγκαία με σκοπό τη βέλτιστη απόδοση της καλλιέργειας κρεμμυδιού.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Βιβλία και Άρθρα

Αναλογίδης Δ., Ανδρουλάκης Ι., Παναγιωτόπουλος Λ. (1995) *Λίπανση κηπευτικών, Γεωργία κτηνοτροφία, Αγρότυπος α.ε.*

Ειδική ενημερωτική Έκδοση «Στατιστικές γεωργίας- κτηνοτροφίας» (2015)

Ολύμπιος Χ.Μ. (1994) *Τα βολβώδη λαχανικά*. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Πάσσαμ Χ. (2013) *Σποροπαραγωγή κηπευτικών*. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.

Σπάρτσης Ν.(1993)*Γενική και ειδική λαχανοκομία, Το κρεμμύδι*, Εκδόσεις Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα.

Χα Ι.Μ, Πετρόπουλος Σ. (2014) *Γενική λαχανοκομία και υπαίθρια καλλιέργεια λαχανικών*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.

Ξένη Βιβλιογραφία

Abdissa, Y., Tekalign, T., Pant, L.M. (2011). Growth, bulb yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization on vertisol I. Growth attribute biomass production and bulb yield. African Journal of Agricultural Research, 6(14): 3252-3258.

Al-Fraihat, A.H. (2009). Effect of different nitrogen and sulphur fertilizer levels on growth, yield and quality of onion (*Allium cepa* L.). Jordan Journal of Agricultural Sciences, 5(2):155-166.

Ando, H., Mihara, C., Kakuda, K., Wada, G. (1996). The fate of ammonium nitrogen applied to flooded rice as affected by zeolite addition. Communications in Soil Science and Plant Nutrition, 42:531–538.

Azarpour, E., Motamed, K., Moraditochae, M., Bozorgi, H.R. (2011). Effects of zeolite application and nitrogen fertilization on yield components of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) World Applied Sciences Journal, 14(5): 687-692.

Baikova, S.N., Semekhina, V.M. (1996). Effectiveness of natural zeolite. Kartoffel Ovoshchi, 3:41–42.

Bernardi, A.C., Werneck, C.G., Gesualdihaim, P., Rezende, N.G.A., Paiva, P.R.P., Monte, M.B.M. (2008). Growth and mineral nutrition of Rangpur Limeroostock cultivated in substrate with zeolite enriched with NPK. Revista Brasileira de Fruticultura, 30(3): 794-800.

- Brewster J.L. (2008). *Onions and other vegetables Alliums*. Wallingford CABI, London.
- Bybordi, A., Ebrahimian, E. (2013). Growth, yield and quality components of canola fertilized with urea and zeolite. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 44: 2896-2915.
- Cassman, K.G., Dobermann, A., Walters, D.T. (2002). Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. *Ambio*, 31: 132-140.
- Coolong, T.W., Randle, W.M. (2003). Ammonium nitrate fertility levels influence flavour development in hydroponically grown 'Granex 33' onion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 477-482.
- Dyer, A. (1984). Uses of natural zeolites. *Chemistry and Industry*, 7:241-245.
- Estes, J.W. (2000). *The Allium Species: Leeks*. The Cambridge World History of Food. Ed. Kenneth F. Kiple and Kriemhild Conee Ornelas: Cambridge University Press.
- Estes, J.W. (2000) Food as Medicine: Garlic in Ancient and Medieval Medicine. In: Kiple K. F. and Ornelas K. C.(eds.). *The Cambridge World History of Food*. Cambridge University Press, UK.
- Fay, M.F., Chase, M.W. (1996). Resurrection of Themidaceae for the Brodiaea alliance, and recircumscription of Alliaceae, Amaryllidaceae and Agapanthoideae. *Taxonomy*, 45: 441-451.
- Fixen, P.E., Johnston, A.M.(2011). World fertilizer nutrient reserves: a view to the future. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92: 1001-1005.
- Gul, A., Eogul, D., Ongun, A.R. (2005). Comparison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce. *Scientia Horticulturae*, 106: 464-471.
- Harland, J., Lane, S., Price, D. (1999). Further experiences with recycled zeolite as a substrate for the sweet pepper crop. *Acta Horticulture*, 481:187-194.
- Huang, Z.T., Petrovic, A.M. (1995). Physical properties of sand as affected by clinoptilolite zeolite particle size and quantity. *Journal of Turfgrass Management*, 1:1-15
- Jones, H., Mann, K. (1963). *Onions and their allies*, Leonard Hill Ltd., London.
- Kumar, S., Imtiyaz, M., Kumar, A. (2007). Effect of differential soil moisture and nutrient regimes on postharvest attributes of onion (*Allium cepa* L.). *Scientia Horticulturae*, 112: 121-129.

- Kurama, H., Ataslar, E., Potoglu, I., Savaroglu, F., Tokur, S. (1999). The effects of zeolite on seed germination and plant growth of *Triticum sativum* and *Cucumis sativus*. Çev-Kor. 8(32):21–27.
- Leggo, P.J. (2000). An investigation of plant growth in an organozeolitic substrate and its ecological and significance. Plant and Soil, 219: 135-146.
- Loboda, B.P. (1999). Agroecological assessment of using substrates from zeolite-containing rocks in greenhouse grown sweet peppers. Agrokimiya, 2: 67–72.
- Maier, N.A., Dahlenburg, A.P., Twigden, T.K. (1990a). Effect of nitrogen on the yield and quality of irrigated onions (*Allium cepa* L.) cv. Cream gold grown on siliceous sands. Australian Journal of Experimental Agriculture, 30:845–851.
- Manolov, I., Antonov, D., Stoilov, G., Tsareva, I., Baev, M. (2005). Jordanian zeolitic tuff as a raw material for the preparation of substrates used for plant growth. Journal of Central European Agriculture, 6(4): 485–494.
- Marzeh, G.J., Abdolhossein, A., Mehdi, H.F. (2012). Influence of different levels of garden compost (garden wastes and cow manure) on growth and stand establishment of tomato and cucumber in greenhouse condition. African Journal of Biotechnology, 11(37): 9036-9039.
- Ming, D.W., Dixon, J.B. (1987). Quantitative determination of clinoptilolite in soils by a cationexchange capacity method. Clays Clay Minerals, 35(6): 463–468.
- Mogren, L., Olsson, M., Gertsson, U. (2006) Quercetin content in field-cured onions (*Allium cepa* L.): Effects of cultivar, lifting time, and nitrogen fertilizer level. Journal of the Science of Food and Agriculture, 56: 361-367
- Mumpton, F.A. (1999). Uses of natural zeolites in agriculture and industry. Proceedings of the National Academy of Sciences, 96(7): 3463–3470.
- Nasreen, S., Haque, M.M., Hossain, M.A., Farid, A. (2007). Nutrient uptake and yield of onion as influenced by nitrogen and sulphur fertilization. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 32(3): 413-420.
- Petropoulos, S.A., Ntatsi, G., Ferreira I.C.F.R. (2016). Long-term storage of onion and the factors that affect its quality: A critical review. Food Reviews International. DOI: 10.1080/87559129.2015.1137312
- Pino, M., De Los, A., Cardo, F.E., Terry, E., Teran, Z. (1996). A study of water spinach (*Ipomoea aquatic* Forsk) under different cultivation conditions. Cultivos-Tropicales, 17(2): 39-43.

Platt Ellen. (2003) *Garlic, Onion, & Other Alliums*. Mechanicsburg, PA: Stackpole Books.

Price, K.R., Rhodes, M.J.C. (1997). Analysis of the major flavonol glycosides present in four varieties of onion (*Allium cepa*) and changes in composition resulting from autolysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (74): 331-339.

Reháková, M., Cuvanová, S., Dzivák, M., Rimár, J. Gavalová, Z. (2004). Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, 8:397–404.

Scott, T. (1999). *What is the chemical process that causes my eyes to tear when I peel an onion?* Scientific American.

(<https://www.scientificamerican.com/article/what-is-the-chemical-proc/>).

Soliman A.S., Mahmoud A.M. (2013). Response of *Adansonia digitata* to compost and zeolite in replacement of chemical fertilization. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 13(2): 198-206.

Trinchera, A., Rivera, C.M., Rinaldi, S., Salerno, A., Rea, E., Sequi, P. (2010). Granular size effect of clinoptilolite on maize seedlings growth. *Open Agriculture Journal*, 4:23–30.

Tsegaye, B., Bizuayehu, T., Woldemichael, A., Mohammed, A. (2016). Yield and yield components of onion (*Allium cepa* L.) as affected by irrigation scheduling and nitrogen fertilization at Hawassa area districts in Southern Ethiopia. *Journal of Medical and Biological Science Research*, 2(2): 15-20.

Valente, S., Burriesci, N., Cavallaro, S., Galvagno, S., Zipelli, C. (1986). Utilization of zeolite as soil conditioner in tomato growing. *Zeolites*, 2: 271-274.

Weisler, F., Behrens, T., Horst, W.J. (2001). The role of nitrogen-efficient cultivars in sustainable agriculture. *Science World Journal*, 1: 61-69.

Williams, K.A., Nelson, P.V. (1997). Using precharged zeolite as a source of potassium and phosphate in a soilless container medium during potted chrysanthemum production. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122:703–708.

Yilmaz, E., Sönmez, I., Demir, H. (2014). Effects of zeolite on seedling quality and nutrient contents of cucumber plant (*Cucumis sativus* L. cv. Mostar F1) grown in different mixtures of growing media. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45: 2767–2777.

Ιστοσελίδες

http://www.elgo.gr/images/pdf/publications/demeter_magazine/dmtr5p18-19.pdf(30/08/2016)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Onion> (27/08/2016)

<http://garden65.blogspot.gr/2013/07/close-look-at-onion-flower.html>(13/09/2016)

<http://www.gardenersworld.com/plants/plant-finder/allium-cepa-sturon/>(13/09/2016)

<http://www.leavingcertbiology.net/chapter-27-vegetative-propagation.html>(27/08/2016)

http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/kremydia_xera.htm (13/09/2016)

<http://www.naturam.gr> (27/08/2016)

<http://www.tutorvista.com/content/biology/biology-iii/angiosperm-families/family-liliaceae.php> (27/08/2016)

<http://www.vegetablefacts.net/> (27/08/2016)